ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 7

భూకంపాలు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

విజ్ఞాన ప్రచురణలు

మంచి పుస్తకం

ఎలా తెలుసుకున్నాం?-7

భూకంపాలు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

విజ్ఞాన ప్రచురణలు
(జన విజ్ఞాన వేదిక)

మంచి పుస్తకం

How Did We Find Out EARTH QUAKES by Isaac Asimov

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 7

భూకంపాలు

రచయిత	:	ఐజాక్ అసిమోవ్
అనువాదం	:	డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి
మొదటి, రెండవ ముద్రణలు	:	2007, 2012
మూడవ ముద్రణ	:	ఆగస్టు, 2016
నాలుగవ ముద్రణ	:	డిసెంబరు, 2017
ప్రతుల సంఖ్య	:	2000

వెల : రూ. 25/-

ISBN No. 978-81-906128-2-1

ప్రచురణ, ప్రతులకు :

విజ్ఞాన ప్రచురణలు

ప్రజా సైన్స్ వేదిక

జి. మాల్యాద్రి, ప్రచురణల విభాగం

162, విజయలక్ష్మీనగర్, నెల్లూరు - 524 004,

ఫోన్: 94405 03061

మంచి పుస్తకం

12-13-439, వీధి నెం. 1,

తార్నాక, సికింద్రాబాద్ - 500 017.

ఫోను: 94907 46614

email: info@manchipustakam.in

website: www.manchipustakam.in

ముద్రణ :

చరిత ఇంప్రెషన్స్,

హైదరాబాద్-20. ఫోన్: 040-2767 8411

విషయ సూచిక

1. దేవుళ్ళూ - వాతావరణం	. . .	1
2. తరంగాలను కనుక్కోవడం	. . .	5
3. భూగర్భంలో	. . .	12
4. కొట్టుకుపోయే ఖండాలు- కుంచించుకుపోయే ప్రపంచం	. . .	21
5. కదిలే ఫలకాలు	. . .	27
6. మనం ఏం చెయ్యగలం?	. . .	34

1. దేవుళ్ళూ - వాతావరణం

ఈ ప్రపంచంలో ఏదైనా స్థిరంగా నిశ్చలంగా ఉంది అంటే అది మనను మోస్తున్న ఈ భూమే. మనం కదులుతాం. గాలి వీస్తుంది. సముద్రం అలలతో కల్లోలంగా ఉంటుంది. కాని మనను భరించే ఈ భూమి మాత్రం ఎప్పుడూ చెక్కుచెదరకుండా నిశ్చలంగా ఉంటుంది.

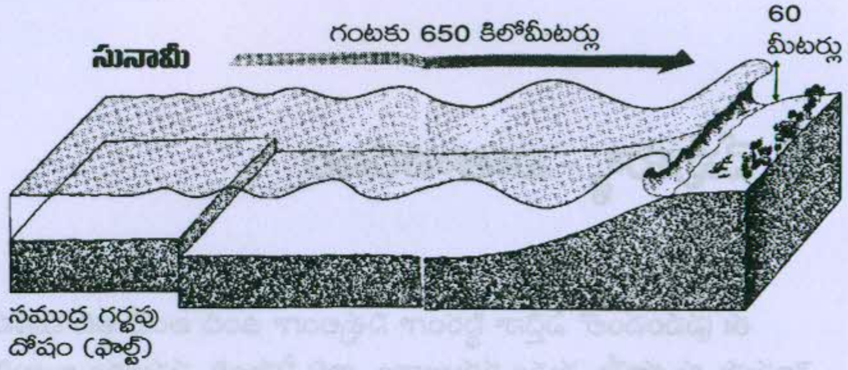
కాని ఎప్పుడూనా?

కాదు. అప్పుడప్పుడు ఉన్నట్టుండి ప్రపంచంలో ఎక్కడో అక్కడ భూమి కంపిస్తుంది, దద్దరిల్లుతుంది. నేల బీటలు వారుతుంది. నీటి గొట్టాలు, గ్యాస్ గొట్టాలు బద్దలవుతాయి. కరెంటు తీగలు తెగుతాయి. భవంతులు కూలుతాయి. మనుషులు అందులో చిక్కుకుని ప్రాణాలు కోల్పోతారు. కాని క్షణంలో అంతా మళ్ళీ సర్దుకుంటుంది. దీనినే భూకంపం అంటారు.

కొన్నిసార్లు భూకంపం సముద్రంలో కూడా రావచ్చు. దాని మీద నీరు అలజడిగా కదులుతుంది. ఓ పెద్ద తరంగం ఉద్భవిస్తుంది. ఆ అల సముద్రం ఉపరితలం మీద ప్రయాణిస్తూ తీరాన్ని చేరుతుంది.

కొన్నిసార్లు ఆ తరంగం ఓ ఓడరేవునో, నదీముఖాన్నో ప్రవేశించవచ్చు. తీరాన్ని సమీపిస్తున్న కొద్దీ అల ఉవ్వెత్తున ఇంకా ఇంకా పైకి లేస్తుంది. తీరాన్ని చేరేసరికి ఆ కెరటం కదిలే రాకాసి నీటి గోడలా తీరం మీద విరుచుకుపడి అందిన వారిని అందినట్టు ముంచేస్తుంది. అలాంటి ఎత్తయిన కెరటాన్నే టైడల్

వేవ్ అంటారు. నిజానికి మామూలు కెరటాలకి దీనికి మధ్య సంబంధం లేదు. దానికి సునామీ అనే జపనీస్ పేరే సార్థకమయ్యింది. సునామీ అంటే రేవు కెరటం అని అర్థం.



భూకంపం గాని, సునామీ గాని అయిదు నిముషాలే ఉండొచ్చు. కాని అది హఠాత్తుగా హెచ్చరిక లేకుండా వస్తుంది. జనాభా హెచ్చుగా ఉండే ప్రాంతంలో రావచ్చు. కేవలం అయిదు నిముషాల్లో వందలు, వేల సంఖ్యలో జననష్టం కలగొచ్చు. ఏ ఇతర ప్రకృతి వైపరీత్యమూ అంతమంది జనాన్ని అంత తక్కువ సమయంలో పొట్టన పెట్టుకోదు.

మనిషికి భూకంపాలతో పరిచయం అనాదిగా వస్తోంది. భూమి పుట్టిన నాటి నుండి భూకంపాలు ఉన్నాయని చెప్పుకోవచ్చు. భూకంపంలో గాని, సునామీలో గాని బతికి బట్టకట్టిన వారు ఎవరూ ఆ అనుభవాన్ని మరచిపోలేరు.

కాని అసలీ భూకంపాలు ఎందుకు వస్తాయో మాత్రం మనుషులకి చాలాకాలం వరకు తెలియదు.

ప్రాచీన కాలంలో భూకంపాలు ఏదో దేవత క్రోధానికి సంకేతం అనుకునేవారు. అంతలా భూమిని కంపింపచేసే శక్తి మరి దేనికి ఉంటుంది? సముద్ర దేవత అయిన పొసైడాన్ భూకంపాలకి కూడా దేవతే అనుకునేవారు ప్రాచీన గ్రీకులు. ఆ దేవత తన త్రిశూలాన్ని కోపంగా ఝుళిపించినప్పుడు

సముద్రం పోటెక్కి భూమి కంపిస్తుందట! అందుకే గ్రీకులు ఆ దేవతకి పొసైడాన్ అని పేరు పెట్టారు. ఆ మాటకి అర్థం భూమిని కదిలించేవాడు అని.

ప్రపంచం పటాపంచలు కాకుండా ఏదో శక్తి బంధించి ఉంటుందని ప్రాచీనులు నమ్మేవారు. ఏ దేవతో, లేదా ఏ రాకాసి జంతువులో భూమిని మోస్తూ ఉంటాయని ఊహించుకునేవారు. అప్పుడప్పుడు ఆ భూభారాన్ని మోసే దేవత అలసిపోయి బరువుని ఒక భుజం నుండి మరో భుజం మీదకి మార్చుకుంటాడట. అది జరిగినప్పుడు భూకంపం వస్తుందట.

భూకంపాలకి కారకుడు అగ్ని దేవత అనుకునేవారు మరి కొందరు. భూకంపాలు తరచు అగ్నిపర్వతాలు ఉండే ప్రాంతాల్లో వచ్చేవి. పొగ, మంట, వేడికి కరిగి ప్రవహించే లావాని అగ్నిపర్వతాలు వెళ్ళగక్కేవి. కాబట్టి దాని అడుగున మంటలు ఉంటాయని నమ్మేవారు.

హవాయీ ద్వీపం మీద ఉండే పెద్ద అగ్నిపర్వతంలో లోపల పీలే అనే అగ్నిదేవత నివసిస్తుందని నమ్మేవారు హవాయీవాసులు. ఆమెకి కోపం వచ్చి కదను తొక్కినప్పుడల్లా భూమి కంపిస్తుందట!

దేవతల చేత జయించబడ్డ కొందరు రాకాసులు అగ్నిపర్వతాల పొట్టలో నిర్బంధించబడ్డారని భావించేవారు గ్రీకులు. శృంఖలాలు తెంచుకోడానికి వాళ్లు అసహనంగా కదిలినప్పుడు భూమి కంపిస్తుందన్నమాట!

దేవతలతో సంబంధం లేకుండా భూకంపాలకి ఓ భౌతికమైన కారణం ఉంటుందని ఆలోచించిన మొదటి వ్యక్తి గ్రీకు తాత్వికుడు అరిస్టాటిల్. ఇతడు క్రీ.పూ. 374 నుండి 322 వరకు జీవించాడు. విశ్వవిన్యాసంలో ప్రతీపదార్థానికి దాని నిర్ణీత స్థానం ఒకటి వుంటుందని నమ్మేవాడు అరిస్టాటిల్. కింద స్థిరమైన నేల, దాని మీద సముద్ర జలాలు, నేల మీద, నీటి మీద కూడా వీచే గాలి. ఇదీ ప్రకృతి ఏర్పాటు.

ఏదైనా పదార్థం ఉండాల్సిన చోట కాక అసహజంగా మరో చోట చిక్కుకుంది అంటే అది దాని సహజ స్థానానికి తిరిగి రావడానికి ప్రయత్నిస్తుంది. కాబట్టి నేలకి చెందిన ఏ పదార్థమైనా గాల్లోకి పైకి ఎత్తినప్పుడు తిరిగి నేలపై పడడానికి ప్రయత్నిస్తుంది.

అలాగే భూగర్భంలో చిక్కుపడ్డ గాలి పైనున్న విశాల వాయు మండలంలో కలవడానికి ఒత్తిడి చేస్తుంది. భూగర్భంలో అక్కడక్కడ పెద్ద పెద్ద బొరియలు, గుహలు ఉంటాయని ఊహించాడు అరిస్టాటిల్. ఆ గాలి పైకి తన్నుకు వచ్చే ప్రయత్నంలో భూకంపాలు పుడుతున్నాయి.

ఆ వాదానికి సాక్ష్యాధారాలేవీ లేవు. కాని అప్పటికి ఆ వాదన సబబుగానే తోచింది. కొన్ని శతాబ్దాల పాటు అంతకన్నా మెరుగైన కారణం ఎవరూ కనుక్కోలేకపోయారు.

2. తరంగాలని కనుక్కోవడం

మనిషికి అర్థం కానంత మాత్రాన భూకంపాలు ఆగలేదు. భూకంపాలు వస్తూనే వున్నాయి, మనుషులు నాశనమవుతూనే వున్నారు.

1556, జనవరి 24న చైనాలో షెన్సీ అనే ప్రాంతంలో భూకంపం వచ్చింది. అందులో 8,39,000 మంది ప్రజలు ప్రాణాలు కోల్పోయారు. భూకంపాల వల్ల కలిగిన జననష్టం దృష్ట్యా అది రికార్డు. 1703, డిసెంబర్ 30న జపాన్‌లో టోక్యో నగరంలో వచ్చిన భూకంపంలో 2,00,000 మంది చనిపోయారు. 1737, అక్టోబర్ 11న కలకత్తాలో వచ్చిన భూకంపంలో 3,00,000 మంది చనిపోయారు.

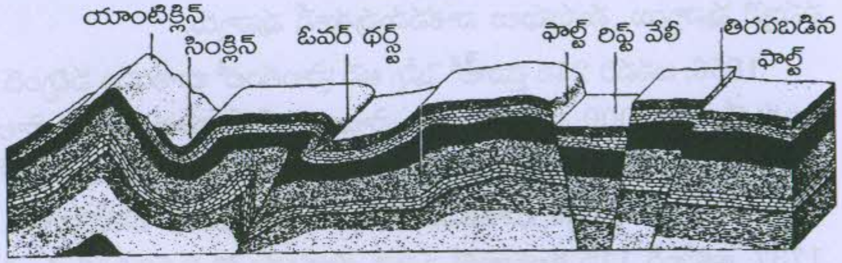
ఆ రోజుల్లో సైన్సు వేగంగా అభివృద్ధి చెందుతున్న పాశ్చాత్య యూరప్‌లో, ఎక్కడో తూర్పు దేశాల్లో వచ్చిన ఆ అవాంతరాల గురించి ఎవరూ పట్టించు కోలేదు.

అలా ఉండగా 1755, నవంబర్ 1న పాశ్చాత్య యూరప్‌లో దురదృష్టం తలుపు తట్టింది. ఆ రోజు పోర్చుగల్ రాజధాని అయిన లిస్బన్ నగరంలో భూమి కంపించింది. పక్కనే ఉన్న సముద్రంలో కూడా సంక్షోభం చెలరేగింది. రాజధానిలో ఇంచుమించు ప్రతి భవంతీ కుప్పకూలిపోయింది. వేలమంది జనం ఆ కూలిన గోడల కింద చిక్కుకుపోయారు. అది చాలనట్టు రేవు మీద ఓ పెద్ద సునామీ విరుచుకుపడింది. 15 మీటర్ల ఎత్తయిన కెరటం అప్పటికే

నేలమట్టమయిన ఊరిని ముంచెత్తింది. భూమి మరో రెండుసార్లు కంపించింది. కొన్ని ప్రదేశాలలో అగ్నులు చెలరేగాయి. సముద్రం వెనక్కు మళ్ళి నేల కుదుట పడేసరికి ఒక్క ఘడియలో 60,000 వేల మందిని పోగొట్టుకున్న నగరం శోకవేదికే అయ్యింది.

అత్యధిక విధ్వంసం లిస్బన్ నగరంలోనే జరిగినా పోర్చుగల్‌లో ఇతర ప్రాంతాల్లో కూడా విధ్వంసం తప్పలేదు. దక్షిణాన స్ట్రెయిట్ ఆఫ్ జిబ్రాల్టర్ దాటగా వచ్చే మొరాకోలో కూడా వేలమంది మరణించారు. దక్షిణ యూరప్ మాత్రమే కాక ఉత్తరాన ఇంచుమించు స్కాట్లాండ్ వరకు కూడా, అంటే కొన్ని మిలియన్ల చదరపు కిలోమీటర్ల విస్తీర్ణత గల సువిస్తార భూభాగంలో కంపన తెలిసివచ్చింది.

రాతి స్తరాలు



అప్పట్నుండి యూరప్‌లో భూకంపాల మీద ధ్యాస పెరిగింది. భూగర్భంలో చిక్కుకున్న గాలి గురించి అరిస్టాటిల్ చెప్పిన కథలని జనం నమ్మడం మానేశారు. 1800ల నాటికి శక్తి యొక్క తత్వం గురించి, భూమి యొక్క అంతరంగ నిర్మాణం గురించి శాస్త్రవేత్తలు కొంత తెలుసుకున్నారు. భూగర్భంలో పెద్దగా గాలి లేదని కూడా తెలుసుకున్నారు. పోనీ ఉన్నా కూడా దానికి భూకంపాలు కలుగచేసేటంత శక్తి లేదని కూడా అర్థం చేసుకున్నారు.

భూమి అంతరంగ నిర్మాణాన్ని అధ్యయనం చేసిన వారిలో ఇంగ్లాండ్‌కి చెందిన జాన్ మిచెల్ ఒకడు. భూమిని తవ్వినప్పుడు బహిర్గతమయ్యే రాతిలోని పదార్థం పొరలు పొరలుగా ఉంటుందన్న విషయాన్ని ఎంతోమంది లాగానే అతడూ గమనించాడు. ఆ పొరలనే స్తరాలు (స్ట్రేటా) అంటారు. కొన్నిసార్లు

ఈ పొరలు చదునుగా, బల్లపరుపుగా ఉంటాయి. మరి కొన్నిసార్లు వంపుతిరిగి ఉంటయి. వాటినిచూస్తే భూమి అంతరంగాన్నే ఏదో మెలిపెట్టినట్టు ఉంటుంది.

రెండు రాతి పొరలు ఒకదాన్నొకటి రాచుకున్నప్పుడు ఆ పొరలు అలా మెలిపెట్టబడి ఉంటాయని 1760లో మిచెల్ ప్రతిపాదించాడు. పొరలు రాచుకున్నప్పుడు కంపనలు పుట్టి అక్కడినుండి నలుదిశలా వ్యాపిస్తాయి. ఆ కంపనలే భూకంపాలు అన్నాడు మిచెల్.

సముద్ర గర్భంలో పుట్టిన భూకంపమే సునామీకి కారణం అని సూచించిన మొదటి వాడు మిచెల్. లిస్బన్‌లో జరిగింది సరిగ్గా అదే అన్నాడు. వివిధ ప్రాంతాలలో భూకంపం అనుభవమైన కాలాలను బట్టి కంపనలు ఎంత వేగంగా ప్రయాణిస్తాయో లెక్క పెట్టవచ్చు. అదే విధంగా కంపనలు ప్రయాణించే మార్గాలని గుర్తించి కంపనలు ఎక్కడి నుండి ఆరంభమయ్యాయో కూడా అంచనా వేయొచ్చు.

మొదట భూకంపం ఎక్కడైతే పుట్టిందో, రాళ్లు ఎక్కడైతే రాసుకోగా భూకంపం పుట్టిందో ఆ ప్రదేశాన్నే భూకంపం యొక్క అధికేంద్రం (ఎపి సెంటర్) అంటారు.

భూకంపాలు తరచు అగ్నిపర్వతాలు ఉన్న ప్రాంతాల్లో వస్తాయని ప్రాచీనుల లాగానే మిచెల్ కూడా గమనించాడు. ఉష్ణం చాలా ముఖ్యమైన శక్తి స్వరూపం అని అతడికి తెలుసు. అగ్ని పర్వతాలలోని ఉష్ణ శక్తే భూకంపానికి కావలసిన శక్తిని సరఫరా చేస్తోందని భావించాడు మిచెల్. బహుశా అగ్ని పర్వతాలలోని వేడి వల్ల భూగర్భ జలాలు (భూగర్భంలో గాలి కన్నా నీరు ఉండే అవకాశం ఎక్కువ) వేడెక్కి ఆవిరి కావచ్చు. అలా ఆవిరైన నీరు రాళ్లని కదిలించి భూకంపం సృష్టించవచ్చు.

అరిస్టాటిల్ వాదన మీద ఇది ఒక పై మెట్టు. కాని భూకంపాల గురించి శాస్త్రవేత్తలకి ఇంకా ఎలా తెలిసింది? మిచెల్ చెప్పిన భూకంప తరంగాలని అధ్యయనం చెయ్యడానికి వీలవుతుందా?

సరిగ్గా భూకంపం సంభవిస్తున్న ప్రదేశంలో దాన్ని అధ్యయనం చెయ్యడం అంత శ్రేయస్కరం కాకపోవచ్చు. 1755, నవంబర్ 1న లిస్బన్‌లో వచ్చిన

భూకంపాన్ని అధ్యయనం చెయ్యడానికి ఎవరైనా పూనుకుని ఉంటే ఐదు నిముషాలలో వాళ్ళు కీర్తిశేషులు అయ్యుండేవాళ్లే.

కాని భూకంప తరంగాలు దూరంగా ప్రయాణిస్తున్న కొద్దీ బలహీన మవుతాయి. భూకంపం అధికేంద్రం నుండి 30 కిలోమీటర్ల దూరంలో ఉన్న శాస్త్రవేత్త ఆ తరంగాలని సురక్షితంగా అధ్యయనం చేయొచ్చు.

పైగా భూకంపాలలో ఎన్నో తరగతులు ఉన్నాయన్న విషయాన్ని మరచి పోకూడదు. గొప్ప విధ్వంసాన్ని సృష్టించగల భూకంపాలు తక్కువే. కాని కొద్దిగా కిటికీలని టపటప లాడించే, తలుపులని దడదడలాడించే భూకంపాలు చాలా ఉంటాయి. అసలు తెలిసీ తెలియనట్లు వచ్చిపోయే బుల్లి భూకంపాలు మరెన్నో.

కాబట్టి చిన్న భూకంపాల వల్ల వచ్చే చిన్న వణుకు దగ్గర నుండి, పెద్ద భూకంపాల వల్ల కలిగే మహా కంపనల వరకు కనిపెట్టడానికి ఏదైనా పద్ధతి ఉందా? చివరికి 1855లో, అంటే లిస్బన్ భూకంపం వచ్చిన వందేళ్లకి అటువంటి సాధనం ఒకటి తయారయ్యింది. దాన్ని కనిపెట్టిన వాడు లూయిగీ పామియెరీ అనే ఇటాలియన్ దేశస్థుడు.

పామియెరీ సాధనంలో నేలకి సమాంతరంగా అమర్చబడ్డ ఓ గొట్టం ఉంటుంది. గొట్టానికి ఇరుపక్కల కొసలు కొద్దిగా పైకి వంపు తిరిగి ఉంటాయి. గొట్టాన్ని పాక్షికంగా పాదరసంతో నింపుతారు. నేల అదిరినప్పుడు గొట్టంలో ఉన్న పాదరసం అటు ఇటు కదులుతుంది. కంపన ఎంత బలంగా ఉంటే పాదరసం కదలిక అంత ఎక్కువగా ఉంటుంది. కదిలిన పాదరసం గొట్టం కొసల వద్ద ముందు కొద్దిగా పైకి తరువాత కిందకి జరుగుతుంది.

గొట్టానికి రెండు కొసల వద్ద పైకి వంగి ఉన్న చోట పాదరసంలో తేలుతూ ఉండేలా ఇనుప సూచికలను అమర్చాడు పామియెరీ. పాదరసం కదిలినప్పుడు ఇనుప సూచికలు కదులుతాయి.

ఇదే మొట్టమొదటి సీస్మోమీటర్ (ఇది భూకంప మానిని అనే అర్థం వచ్చే గ్రీకు మూల శబ్దాల నుండి వచ్చింది).

పామియెరీ నిర్మించిన సీస్మోమీటర్ చీమ చిటుక్కుమన్నా సున్నితంగా

స్పందించేది. దాంతో ఆ వచ్చేది భూకంపమో, లేక దారిన పోయే ఎద్దులబండో చెప్పలేని దుస్థితి ఏర్పడింది.

అంతకన్నా మెరుగైన సాధనాన్ని 1880లో జాన్ మిల్న్ అనే బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్త రూపొందించాడు.

1875లో ఇతడు ఉద్యోగ రీత్యా జపాన్‌లో టోక్యో నగరానికి వెళ్లాడు. అక్కడ ఇంపీరియల్ కాలేజ్ ఆఫ్ ఇంజనీరింగ్‌లో భౌగోళిక శాస్త్రం, గనుల శాస్త్రం నేర్పడం ఇతడి పని. ఆ ఉద్యోగం వల్ల భూకంపాలని అధ్యయనం చెయ్యడానికి చక్కని అవకాశం దొరికింది. ఎందుకంటే జపాన్‌లో భూకంపాలు తరచుగా వస్తాయి. భూకంపాలను సూక్ష్మంగా నమోదు చెయ్యగల పరికరాన్ని 1880 నాటికి తయారు చేశాడు.

ఆ సాధనం ఇలా పని చేస్తుంది.

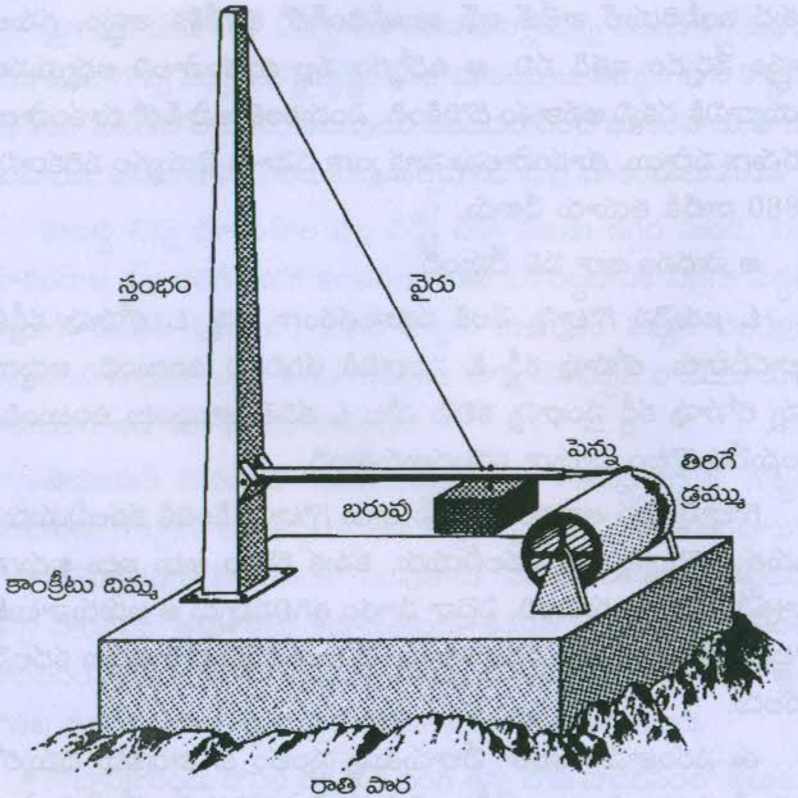
ఓ బరువైన గొట్టాన్ని నేలకి సమాంతరంగా ఉన్న ఓ లోహపు కడ్డీకి వేలాడదీస్తారు. లోహపు కడ్డీ ఓ స్తంభానికి తగిలించి ఉంటుంది. అడ్డుగా ఉన్న లోహపు కడ్డీ స్తంభాన్ని కలిసే చోట ఓ కదిలే జాయింటు ఉంటుంది. అందుచేత గొట్టం స్వేచ్ఛగా కదలగలుగుతుంది.

గొట్టాన్ని పైన ఆధారంతో కలిపే తాడు గొట్టాన్ని కిందికి కదలనీయదు. గురుత్వం గొట్టాన్ని పైకి కదలనీయదు. కనుక గొట్టం అటు ఇటు అడ్డుగా మాత్రమే కదలగలుగుతుంది. ఏదైనా ఘాతం తగిలినప్పుడు ఆ అదురుపాటుకి గొట్టం పక్కకి అటు ఇటు కదులుతుంది. ఏ అలజడి లేకపోతే అసలు కదలనే కదలదు.

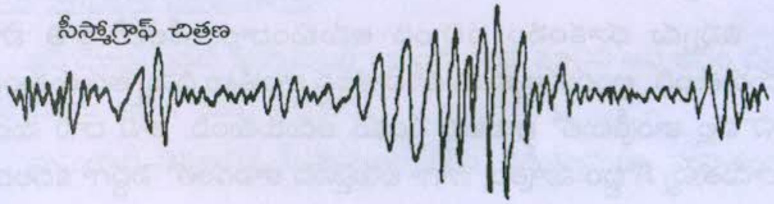
ఈ సరంజామా అంతా వేలాడుతున్న స్తంభం ఓ కాంక్రీటు దిమ్మలో పాతబడి ఉంటుంది. ఆ కాంక్రీటు దిమ్మ సువిస్తారమైన నేలలో రాతి పొర వరకు వ్యాపించి ఉంటుంది.

ఇప్పుడు భూకంపం వచ్చింది అనుకుందాం. నేలలో రాతి పొర అదురుతుంది. అందువల్ల అందులో పాతబడ్డ కాంక్రీటు దిమ్మ అదురుతుంది. దాని వల్ల కాంక్రీటులో నాటబడ్డ స్తంభం అదురుతుంది. కాని దాని నుండి వేలాడుతున్న గొట్టం మాత్రం, బాగా బరువైనది కావడంతో పెద్దగా కదలదు.

బరువైన గొట్టానికి ఓ పెన్ను తగిలించి ఉంటుంది. ఈ పెన్ను ఓ డ్రమ్ము చుట్టూ చుట్టిన ఓ కాగితానికి తగులుతూ ఉంటుంది. కాగితం చుట్టిన డ్రమ్ము మెల్లగా తిరుగుతూ ఉంటుంది. కింద కాంక్రీటు దిమ్మకి డ్రమ్ము కూడా గట్టిగా జతచేయబడి ఉంటుంది.



ఆధునిక సీస్మోగ్రాఫ్



నేల నిశ్చలంగా ఉన్నప్పుడు డ్రమ్ము తిరుగుతుంటే పెన్ను దాని మీద ఓ అడ్డ గీతని గీస్తూ పోతుంది. కంపనం వల్ల కాగితపు డ్రమ్ము అటు ఇటు కదులుతుంది గాని పెన్ను కదలదు. అందువల్ల కిందన ఉన్న పేపరు మీద కంపనం యొక్క సంతకాన్ని రచిస్తుంది. కంపనం ఎంత తీవ్రంగా ఉంటే పెన్ను కదలికలు కూడా అంత ప్రస్ఫుటంగా ఉంటాయి.

ఈ పరికరాన్ని సీస్మోగ్రాఫ్ అంటారు. అది భూకంప రచన అన్న అర్థం వచ్చే గ్రీకు మూలశబ్దాల కూర్పు.

అయితే కాగితం మీద పెన్ను కదులుతున్నప్పుడు పెన్నుకి, కాగితానికి మధ్య రాపిడి ఉంటుంది. ఆ రాపిడి వల్ల మరీ సూక్ష్మమైన నేల కదలికలని పట్టుకోవడం కష్టం.

ఈ రోజుల్లో డ్రమ్ము చుట్టూ మామూలు కాగితం బదులు కాంతికి స్పందించే ఫోటోగ్రాఫిక్ కాగితాన్ని చుడుతున్నారు. వేలాడుతున్న గొట్టానికి ఓ చిన్న అద్దం అంటించి ఉంటుంది. ఓ సన్నని కాంతిరేఖ అద్దం మీద పడి పరావర్తనం చెంది ఫోటోకాగితం మీద పడుతుంది. కలం, కాగితం కన్నా ఈ పద్ధతిలో అయితే చాలా సున్నితమైన కదలికలను పట్టుకోవచ్చు. జాన్ మిల్న్ జపాన్‌లో వివిధ ప్రాంతాల్లో ఇలాంటి ఎన్నో సీస్మోగ్రాఫ్‌లని ప్రతిష్ఠించాడు. 1900కల్లా ప్రపంచ వ్యాప్తంగా 13 పరికరాలు పనిచేయసాగాయి. ఈ రోజుల్లో ప్రతీ ఖండంలోను, చివరికి అంటార్కిటికాలో కూడా, వందలాది సీస్మోగ్రాఫ్‌లు ఉన్నాయి.

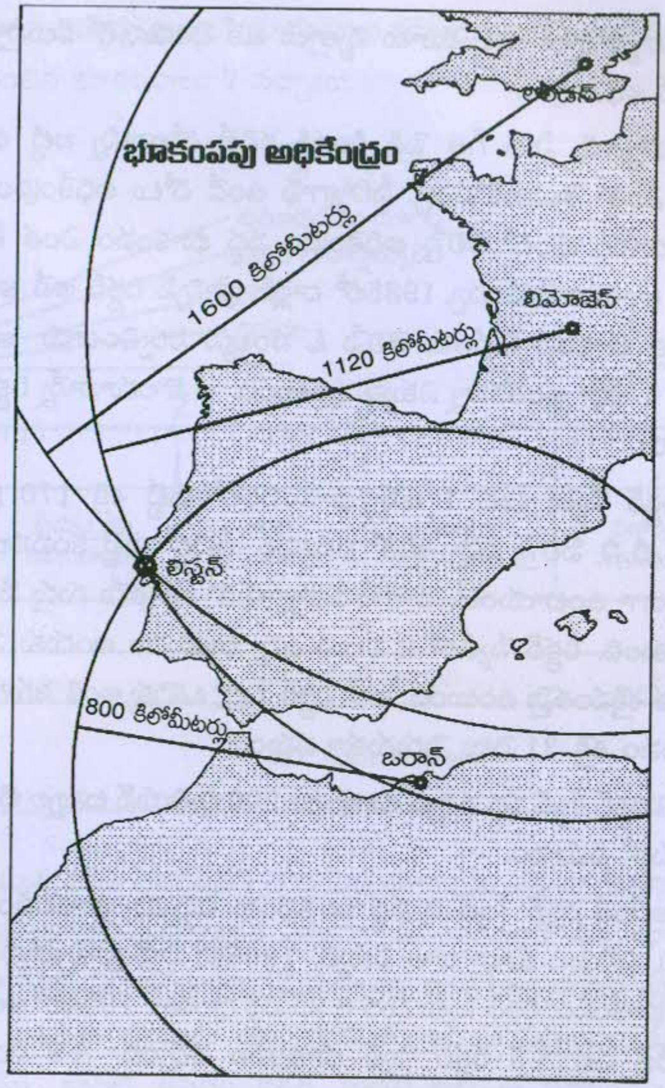
3. భూగర్భంలో...

సీస్మోగ్రాఫులు ఇచ్చే సమాచారాన్ని విశ్లేషించడం మొదలుపెట్టిన శాస్త్రవేత్తలకి భూకంప తరంగాలలో ఎన్నో రకాలు ఉన్నాయని అర్థం అయ్యింది. కొన్ని తరంగాలు అవి కదిలే దిశలోనే ముందుకి వెనక్కి కంపించేవి. మరికొన్ని వాటి గమనదిశకి అడ్డుగా ప్రకంపించేవి. కొన్ని తరంగాలు ఉపరితలంలోనే ప్రయాణిస్తే మరికొన్ని భూమి లోపలికి చొచ్చుకుపోయేవి.

వివిధ తరంగాలు వివిధ వేగాలతో ప్రయాణిస్తాయి. అంటే ఎక్కడో దూరంలో ఉన్న అధికేంద్రం నుండి బయలుదేరిన వివిధ తరంగాలు సీస్మోగ్రాఫుల వద్దకి వేరు వేరు సమయాల వద్ద చేరుకునేవి. ముందు ఒక రకం తరంగం, తరువాత మరో రకానిది, ఆ తరువాత మరొకటి ఇలా ఒక్కో రకం తరంగం ఎప్పుడెప్పుడు వస్తుందో శాస్త్రవేత్తలు నమోదు చేసుకునేవారు.

అధికేంద్రం దూరం పెరుగుతున్న కొద్దీ వేరు వేరు తరంగాలు సీస్మోగ్రాఫును చేరుకునే సమయాలలో వైవిధ్యం కూడా పెరుగుతుంది.

ఒకే సీస్మోగ్రాఫ్ నుండి సమాచారాన్ని నమోదుచేస్తున్నప్పుడు తరంగం ఎటునుండి వస్తోందో చెప్పలేం. ఉదాహరణకి అధికేంద్రం 500 కిలోమీటర్ల దూరంలో ఉందని అనుకుందాం. సీస్మోగ్రాఫ్ కేంద్రంగా కలిగి 500 కిలోమీటర్ల వ్యాసార్థం గల వృత్తం మీద ఆ అధికేంద్రం ఎక్కడైనా ఉండొచ్చు.



అలా కాకుండా మూడు సీస్మోగ్రాఫులు దూర దూరంగా వేరు వేరు చోట్ల ఉన్నాయని అనుకుందాం. ఆ అధికేంద్రం మొదటి సీస్మోగ్రాఫ్ నుండి 800 కిలోమీటర్లు, రెండవ దాని నుండి 1,120 కిలోమీటర్లు, మూడవ దాని నుండి 1,600 కిలోమీటర్లు ఉందని అనుకుందాం. మూడు సీస్మోగ్రాఫుల చుట్టూ

ఆయా వ్యాసార్థాలు ఉన్న మూడు వృత్తాలు ఒకే బిందువులో కలుస్తాయి. ఆ బిందువే అధికేంద్రం.

సీస్మోగ్రాఫ్ మీద గీత పైకి కిందకి కదిలే డోలనాన్ని బట్టి భూకంప తీవ్రత ఎంతో తెలుసుకోవచ్చు. సీస్మోగ్రాఫ్ ఉండే చోటు అధికేంద్రం నుండి ఎంత దూరం వుందో తెలిస్తే అధికేంద్రం వద్ద భూకంపం ఎంత తీవ్రంగా ఉందో అంచనా వేయొచ్చు. 1935లో చార్లెస్ ఫ్రాన్సిస్ రిక్టర్ అనే అమెరికన్ శాస్త్రవేత్త భూకంప తీవ్రతను తెలిపే ఓ సంఖ్యని నిర్వచించాడు. ఆ సంఖ్య విలువ 1 లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ వుంటుంది. ఆ కొలమానాన్నే రిక్టర్ స్కేల్ అంటారు.

రిక్టర్ స్కేలు మీద 1 ఉన్న భూకంపంలో పుట్టే శక్తి 170 గ్రాముల టి.ఎన్.టి.ని పేలిస్తే వచ్చే శక్తితో సమానం. దీనిలో పుట్టే కంపనలు ఎంత సూక్ష్మంగా ఉంటాయంటే, వాటిని సీస్మోగ్రాఫ్‌తో మాత్రమే గుర్తు పట్టడానికి వీలవుతుంది. రిక్టర్ స్కేల్‌లో 2 విలువ ఉన్న భూకంపం అందుకు 31 రెట్లు మరింత శక్తివంతమై ఉంటుంది. అలా రిక్టర్ స్కేల్లో ఒక్కొక్క అంకె పెరుగుతుంటే, భూకంపం శక్తి 31 రెట్లు పెరుగుతూ వస్తుంది.

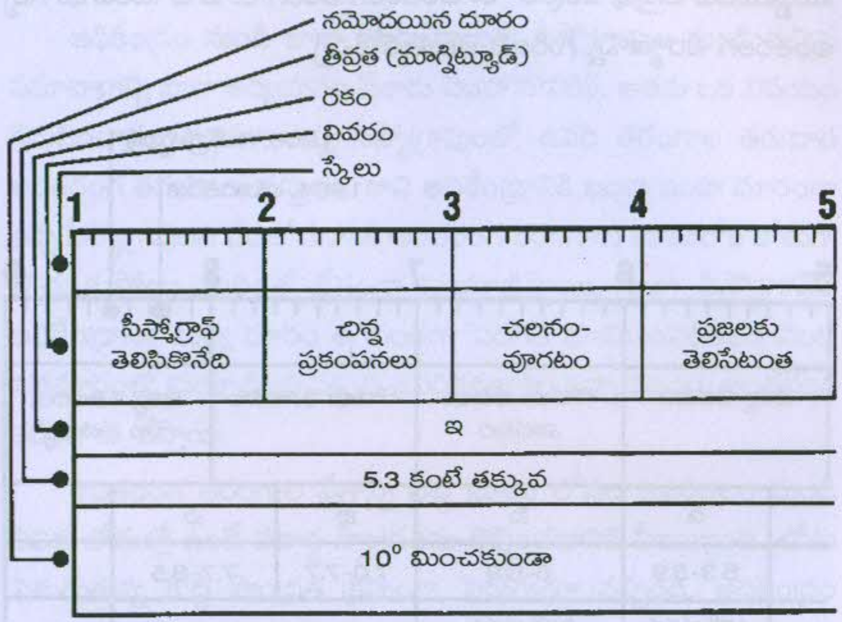
9 రిక్టర్ స్కేల్ వద్ద వచ్చిన భూకంపం 200 మిలియన్ టన్నుల టి.ఎన్.టి. పేలుడుతో సమానం.

అయితే రిక్టర్ స్కేల్ 9 వద్ద ఇంతవరకు ఎప్పుడూ భూకంపం రాలేదు (???). ఎనిమిది కూడా చాల ఎక్కువే. 1906లో సాన్ ఫ్రాన్సిస్కోని ధ్వంసం చేసిన భూకంపం రిక్టర్ స్కేలు మీద 8.25 వద్ద వుందట. 1904లో అలాస్కాలో, ఆంకరేజ్ వద్ద 8.5 రిక్టర్ స్కేల్ భూకంపం వచ్చింది. 8.9 వద్ద కూడా భూకంపాలు వచ్చిన సందర్భాలు ఉన్నాయి.

అయితే ఈ పెద్ద భూకంపాలు అరుదుగా వస్తాయని వేరే చెప్పనక్కర్లేదు. ప్రతి ఏటా భూమిలో కొన్ని మిలియన్ల భూకంపాలు వస్తూ ఉంటాయి. కాని వాటిలో చాలా మటుకు చిన్నచిన్నవే అయ్యుంటాయి. సగటున సాలుకి ఒక భూకంపమే రిక్టర్ స్కేలులో 8 దాటుతుంది. అయితే కొన్ని కొన్ని ఏళ్లు సగటు

కన్నా బాగా ఎక్కువ సంఖ్యలో భూకంపాలు వస్తాయి. ఉదాహరణకి 1906లో 8ని మించిన భూకంపాలు 7 వచ్చాయి.

రిక్టర్ స్కేలు

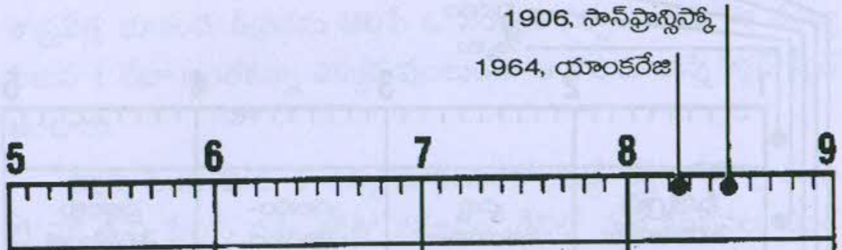


ఎక్కువ జనం నివసించని చోట పెద్ద భూకంపం వచ్చినా పెద్దగా నష్టం రాకపోవచ్చు. కాని జనసాంద్రత ఎక్కువగా ఉన్న నగరంలో చిన్న భూకంపం అయినా గొప్ప వినాశనం కలుగచేయగలదు. అలాగే అర్భకమైన కట్టడాలకి బదులు బలమైన కట్టడాలు ఉన్న నగరంలో అయితే విధ్వంసం తక్కువగా ఉండొచ్చు. కాబట్టి కేవలం రిక్టర్ స్కేల్‌ని బట్టి ఆ భూకంపం ఎంత ప్రమాదకరమో చెప్పలేం.

భూమి పై పొరలలో ప్రయాణించే ఉపరి తరంగాలు (surface waves) మనకు ఎంతో ఉపయోగకరమైన సమాచారాన్ని ఇస్తాయి. భూమి ఉపరితలం నుండి సూటిగా భూగర్భంలోకి చొచ్చుకుపోయి ఉపరితలంలో మరో స్థానాన్ని

చేరుకోగల అంతరంగ తరంగాలు (body waves) ఇంకా విలువైన సమాచారాన్ని అందిస్తాయి.

భూమి అంతరంగం వరకు పోయి ఎగిరి ఉపరితలాన్ని చేరుకోగల మొట్టమొదటి వస్తువు చరిత్రలో ఈ అంతరంగ తరంగాలే. వాటి నుండి భూగర్భ అంతరంగ నిర్మాణాన్ని గురించి తెలుసుకోవచ్చు.



చెట్లు పడటం	గోడలు బీటలు వారటం	గోడలు కూలటం	ఇళ్ళు కూలటం, నేల పగుళ్ళు
డి	సి	బి	ఎ
5.3-5.9	6-6.9	7.0-7.7	7.7-8.5
45° వరకు 5000 కిలోమీటర్లు	90° వరకు 10,000 కిలోమీటర్లు	ప్రపంచ వ్యాప్తంగా	

1909లో ఓ శాస్త్రవేత్త ఈ సమస్యని పరిశోధించడం ఆరంభించాడు. అతడే యుగొస్లోవియాకి చెందిన ఆంద్రియా మొహొరొవికిక్.

భూమిలోకి బాగా లోతుగా చొరబడలేని అంతరంగ తరంగాలు ఉపరి తరంగాల కన్నా నెమ్మదిగా ప్రయాణిస్తాయని అతడు నిరూపించాడు. లోపలికి చొచ్చుకుపోతున్న కొద్దీ తరంగం వేగం పెరుగుతుంది. బాగా లోతుకి పోతే వాటి వేగం ఉపరితరంగాల వేగంతో సమానం కావచ్చు, లేదా ఇంకా ఎక్కువైనా కావచ్చు.

దీనికి కారణం ఏమిటంటే భూమి లోపలి పొరలలో ఉన్న రాళ్ళ మీద పై పొరలలో ఉండే రాళ్ల బరువు పడుతూ ఉంటుంది. కాబట్టి బాగా లోపల ఉన్న రాతి సాంద్రత ఎక్కువగా ఉంటుంది.

సాంద్ర పదార్థంలో తరంగాలు మరింత వేగంగా కదులుతాయి.

అధికేంద్రం నుండి బాగా దూరంగా ఉన్న సీస్మోగ్రాఫుల నుండి వచ్చిన సమాచారాన్ని బాగా అధ్యయనం చేశాడు మొహొరొవికిక్. అతడు ఒక విషయం గమనించాడు. దగ్గరగా ఉన్న సీస్మోగ్రాఫులలో ఉపరి తరంగాల తరువాత అంతరంగ తరంగాలు వస్తాయి. కాని అధికేంద్రానికి ఇంకా ఇంకా దూరంగా ఉన్న సీస్మోగ్రాఫులని చేరుకోవడానికి అంతరంగ తరంగాలు భూమిలోకి లోతుగా చొచ్చుకుపోయి మరింత వేగంగా ప్రయాణిస్తాయి. అలా సీస్మోగ్రాఫ్‌కి అధికేంద్రానికి మధ్య దూరం తగినంతగా పెరిగితే భూమి ఉపరితలం వెంట వక్రమార్గంలో ప్రయాణించి వచ్చిన ఉపరితరంగాల కన్నా ముందు అంతరంగ తరంగాలు వస్తాయి.

అంతరంగ తరంగాల వేగాన్ని బట్టి భూమి లోపల ఉపరితలం నుండి వివిధ లోతుల్లో ఉండే పదార్థ సాంద్రతను లెక్కించడానికి వీలయ్యింది. లోతు పెరుగుతున్న కొద్దీ సాంద్రత క్రమంగా పెరుగుతూ వచ్చింది. అధికేంద్రం నుండి ఒక నిర్ణీత దూరం మాత్రం అంతరంగ తరంగాలు అనుకున్న దానికన్నా వేగంగా వచ్చేవి. అంటే ఒక ప్రత్యేక లోతు వద్ద వాటి వేగం అకస్మాత్తుగా పెరుగుతోంది అన్నమాట.

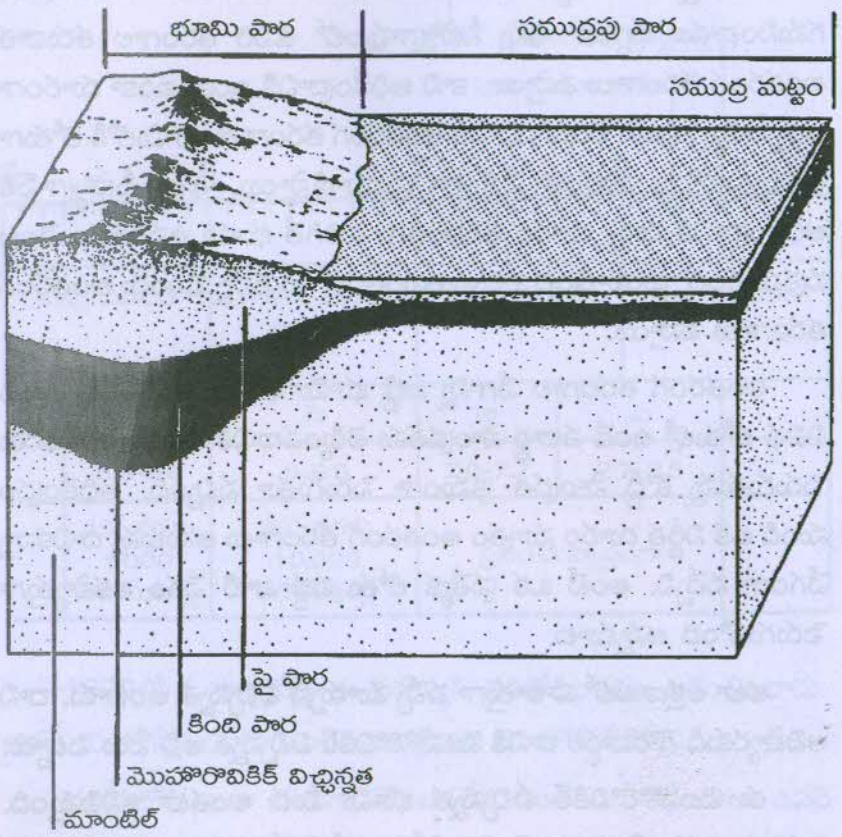
అలా లక్షణాలలో హఠాత్తుగా వచ్చే మార్పునే విచ్ఛిన్నత అంటారు. దాని ఆవిష్కారకుడి గౌరవార్థం దానికి మొహొరొవికిక్ విచ్ఛిన్నత అని పేరు పెట్టారు.

ఈ మొహొరొవికిక్ విచ్ఛిన్నత భూమి మీద అంతటా కనిపిస్తుంది. ఉపరితలం నుండి 6 నుండి 35 కిమీల లోతులో ఎక్కడైనా ఈ విచ్ఛిన్నత ఉంటుంది. సముద్రాలలో కన్నా ఖండాలలో దీని లోతు ఎక్కువగా ఉంటుంది.

మొహొరొవికిక్ విచ్ఛిన్నతకి పైన ఉండే పొరనే క్రస్ట్ (పైపొర) అంటారు. దాని కింద ఉండే ప్రాంతమే మాంటిల్. భూకంప తరంగాల నుండే ఆ మాంటిల్

గురించి మనకు తెలిసింది. తరంగాలలోని సమాచారం బట్టి మాంటిల్‌లో ఎలాంటి రాళ్లు ఉంటాయో కూడా అంచనా వేయొచ్చు. ఏదో ఒక నాటికి శాస్త్రవేత్తలు క్రస్ట్‌గుండా చివరికంటా అంటే మాంటిల్ వరకు డ్రిల్ చేసి, మాంటిల్‌కి చెందిన రాళ్లని పైకి తేగలరేమో!

మొహరొవికిక్ విచ్ఛిన్నత



బెనో గుటెన్బర్గ్ అనే జర్మన్ శాస్త్రవేత్త అమెరికాకి వలసపోయి అమెరికా పౌరసత్వాన్ని స్వీకరించాడు. ఇతగాడు ఓ కొత్త విషయాన్ని కనుక్కున్నాడు. 1914లో గుటెన్బర్గ్ సూటిగా భూమి కేంద్రం ద్వారా ప్రసరించే భూకంప

తరంగాలని అధ్యయనం చేశాడు. అలాంటి తరంగాలు కొంత లోతుకి పోయాక, హఠాత్తుగా వేగం మార్చుకోవడమే కాక, ప్రసార దిశను కూడా మార్చుకుంటాయని అతడు నిరూపించాడు. భూమి ఉపరితలం కింద 2,900 కిలోమీటర్ల అడుగున మరో విచ్ఛిన్నత ఉందని అతడు కనుక్కున్నాడు. దీన్ని గుటెన్బర్గ్ విచ్ఛిన్నత అంటారు.

మొహొరొవికిక్ విచ్ఛిన్నత నుండి గుటెన్బర్గ్ విచ్ఛిన్నత వరకు విస్తరించి ఉన్నదే మాంటిల్. గుటెన్బర్గ్ విచ్ఛిన్నత నుండి భూమి కేంద్రం వరకు విస్తరించి ఉన్న ప్రాంతాన్ని కోర్ అంటారు.

ఒక విధంగా చూస్తే భూమి అంతరంగ నిర్మాణం కోడిగుడ్డు నిర్మాణాన్ని పోలి ఉంటుంది. కేంద్రంలో ఉన్న కోర్ గుడ్డులో చందమామ లాంటిది. దాని చుట్టు ఉండే మాంటిల్ గుడ్డులో తెల్లసొనలాంటిది. గుడ్డుపైన ఉండే గట్టి పెంకు లాంటిది క్రస్ట్.

భూమి లోపలికి పోతున్న కొద్దీ ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతూ వుంటుంది. గుటెన్బర్గ్ విచ్ఛిన్నతను చేరుకునే సరికి ఉష్ణోగ్రత 3,110 సెంటిగ్రేడ్ ఉంటుంది. మాంటిల్ ఘనంగానే ఉన్నా చాలా వేడిగా ఉంటుంది.

కోర్ ఇంకా వేడిగా ఉంటుంది.

రెండు రకాల అంతరంగ తరంగాలు ఉన్నాయి. ఒకటి ముందుకి, వెనక్కు అంటే ప్రసార దిశలో ఊగిసలాడుతుంది. వీటిని దైర్ఘ్య తరంగాలు అంటారు. రెండవది ప్రసార దిశకి అడ్డుగా ఊగిసలాడుతుంది. వీటిని తిర్యక్ తరంగాలు అంటారు.

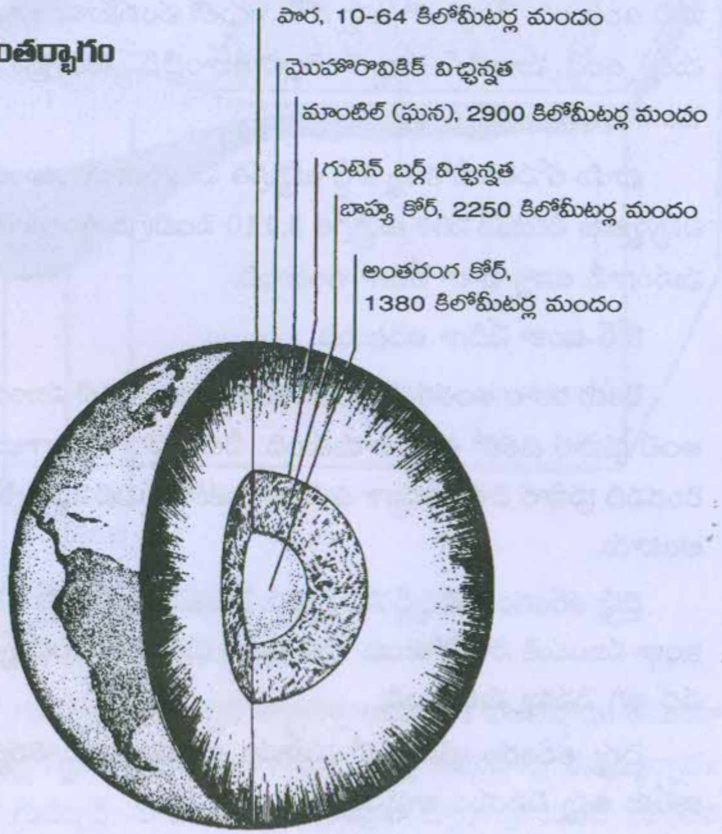
దైర్ఘ్య తరంగం గుటెన్బర్గ్ విచ్ఛిన్నతను చేరుకున్నదంటే కొద్దిగా దిశ మారినా ఇంకా ముందుకి సాగిపోతుంది. కాని తిర్యక్ ప్రకంపనం గుటెన్బర్గ్ విచ్ఛిన్నత వద్ద ఆగి వెనక్కు మళ్లుతుంది.

దైర్ఘ్య తరంగం ద్రవ్యాలలో ప్రసారం కాగలదు గాని తిర్యక్ తరంగం కాలేదు అన్న విషయం శాస్త్రవేత్తలకి తెలుసు.

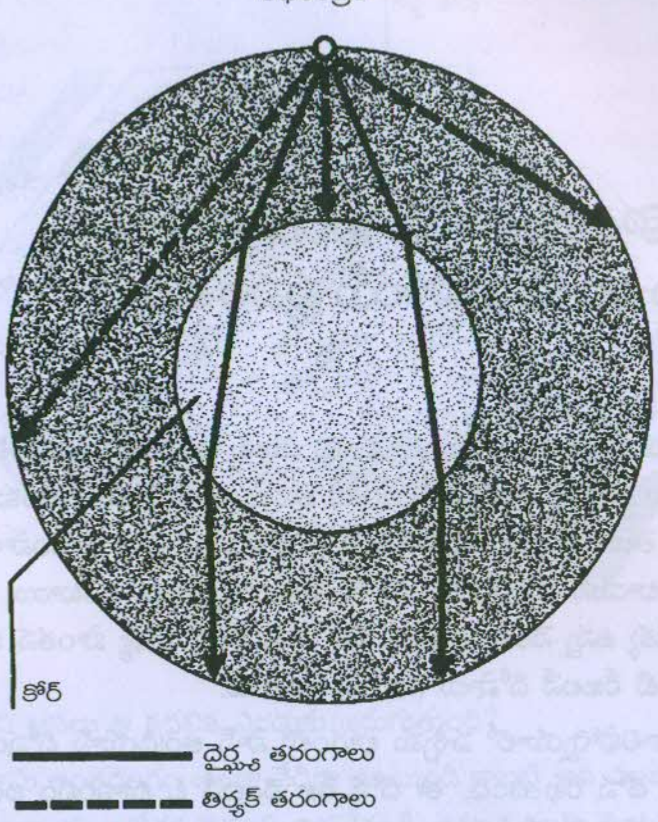
తిర్యక్ తరంగాలకి ప్రవేశం ఇవ్వడం లేదు కనుక భూమి యొక్క కోర్ ద్రవ్య రూపంలో ఉండి ఉండాలని శాస్త్రవేత్తలు ఒక నిర్ణయానికి వచ్చారు. కోర్ ద్రవ్యం కనుక, అత్యధిక సాంద్రత గలది కనుక అందులో రాయికి బదులు లోహం ఉండి ఉండాలని శాస్త్రవేత్తలు భావించారు. సర్వసామన్యమైన సాంద్రమైన లోహం ఇనుము. కనుక భూమి కోర్ అంతా కుతకుతలాడే ద్రవ్య ఇనుము అని, అందులో ఇనుమును పోలిన నికెల్ అనే మూలకం కూడా కలిసిందని శాస్త్రవేత్తలు భావించారు.

ఆ విధంగా భూకంపాల వల్ల భూమి అంతరంగాన్ని గురించిన ఎంతో విలువైన సమాచారం అందింది. భూకంపాలే లేకుంటే ఆ సమాచారం మనకు దొరికే అవకాశమే ఉండేది కాదు.

భూమి అంతర్భాగం



సీస్మిక్ తరంగాలు



4. కొట్టుకుపోయే ఖండాలు - కుంచించుకుపోయే ప్రపంచం

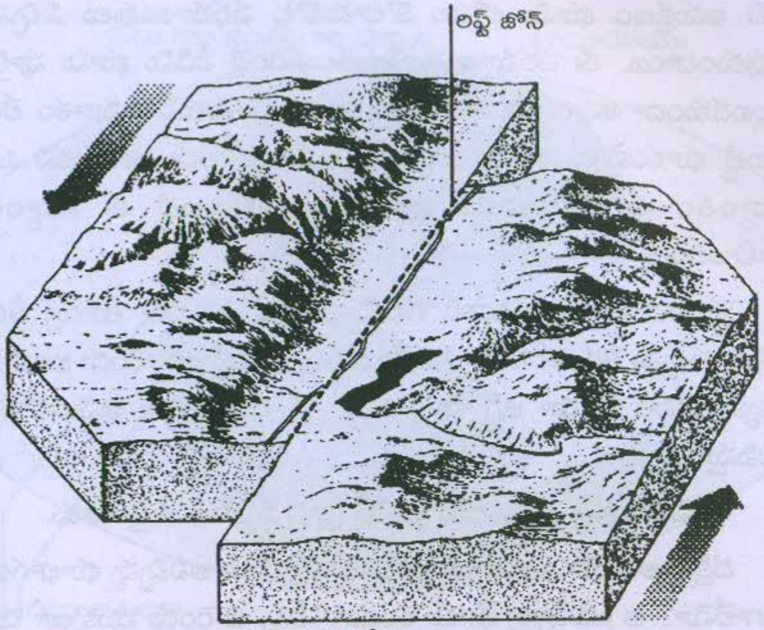
భూకంపాల సహాయంతో భూమి యొక్క అంతరంగం గురించి తెలుసుకున్నాం. బాగానే ఉంది. కాని ఇంతకీ అసలు భూకంపాలు ఎందుకువస్తాయో ఇంకా తెలుసుకోలేదు! నేలలో పొడవైన చీలికలు ఉన్నచోట భూకంపాలు తరచు వస్తుంటాయని గుర్తించారు. నేలలో పొడవాటి రేఖలు ఉంటాయి. ఆ రేఖకి ఒక పక్క ఉన్న నేలకి, అవతలి పక్క ఉన్న నేలకి మధ్య పొంతన కుదరదు. అలాంటి రేఖలనే దోషాలు (faults) అంటారు.

కాలిఫోర్నియాలో పశ్చిమ భాగంలో సాన్ ఆండ్రియాస్ దోషం అనే ఓ ప్రసిద్ధ దోష రేఖ ఉంది. ఈ దోష రేఖ వెంటనే ఓ భూకంపం బయలుదేరి 1906లో సాన్ ఫ్రాన్సిస్కోని ధ్వంసం చేసింది.

భూకంపం వచ్చినప్పుడు దోషరేఖకి ఒక పక్క ఉన్న నేల కదులుతుంది. ఇంచుమించు 3 నుండి 6 మీటర్ల మేర వరకు ముందుకి గాని, పైకి గాని జరుగుతుంది. అవతలి పక్క కిందకి గాని వెనక్కు గాని కదులుతుంది.

అది చూస్తే మిచెల్ అన్నది నిజమేననిపిస్తుంది. దోషరేఖకి ఒక పక్క ఉన్న రాయి రెండవ పక్క ఉన్న రాయికి సాపేక్షంగా కదిలింది. ఆ రాపిడి వల్ల తరంగాలు పుట్టాయి. భూమి కంపించింది. సాన్ ఆండ్రియాస్ దోషరేఖ మీద పేల్ పెరిటో పాస్ ప్రాంతంలో తగినంత తీవ్రతతో రాపిడి, కదలిక సంభవించిందంటే ఆ ప్రాంతంలో ఓ పెనుభూకంపం వచ్చే అవకాశం ఉంది.

పేల్ పెరిటో పాస్ ప్రాంతంలో సాన్ ఆండ్రియాస్ దోషం



కాని అసలు ఆ కదలిక ఎందుకు జరుగుతుంది?

భూమి అంతరంగం అంతా వేడిగా ఉంటుంది కాబట్టి అది చల్లబడుతూ ఉండి ఉండాలన్న ఆలోచన తట్టింది శాస్త్రవేత్తలకి. బహుశ భూమి మొట్టమొదట ఏర్పడినప్పుడు అత్యధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉండి, అప్పట్నుంచి క్రమంగా చల్లబడుతూ వస్తోందేమో. అలా భూమి చల్లబడుతుంటే నేల కుంచించుకుని, పైపొర అయిన క్రస్ట్ మడతలు పడి ఆ విధంగా కొండలు, పర్వతాలు ఏర్పడ్డాయేమో. అయితే ఈ పరిణామం చాలా నెమ్మదిగా జరుగుతుంది. ఆ పరిణామంలో ఒక రాయి మరో రాయిని రాసుకుని భూకంపం పుడుతుంది.

ఈ సిద్ధాంతం కూడా అంత బాగా పనిచెయ్యలేదు. 1890లలో శాస్త్రవేత్తలు యురేనియం, థోరియమ్ వంటి భారమైన మూలకాలు సహజంగా విచ్ఛిన్నం అవుతాయని గుర్తించారు. అవి విచ్ఛిన్నం అయినప్పుడు కొద్దిగా ఉష్ణం

వెలువడుతుంది. ఒక్క పరమాణువు విచ్ఛిన్నం అయితే పెద్దగా వేడి పుట్టదు. కాని అనుక్షణం భూమి లోపల కోటానుకోట్ల పరమాణువులు విచ్ఛిన్నం అవుతుంటాయి. ఈ పరమాణువులన్నీ వెలువరించే వేడిమి భూమి పూర్తిగా చల్లబడకుండా ఆపుతుంది. అంటే భూమి కుంచించుకునే అవకాశం లేదు. కాబట్టి భూకంపాలు ఈ విధంగా పుట్టే అవకాశం లేదు. అందుకని మరో సిద్ధాంతం ప్రతిపాదించారు. ఖండాల ఆకృతిని బట్టి ఈ సిద్ధాంతం రూపొందింది.

ప్రపంచ పటాన్ని ఒకసారి గమనిస్తే దక్షిణ అమెరికా తూర్పు తీరం, ఆఫ్రికా పశ్చిమ తీరంతో సరిగ్గా సరిపోయినట్టు కనిపిస్తుంది. రెండు ఖండాలని పక్కకి జరిపితే రెండూ జిగ్ సా పజిల్‌లో మాదిరి చక్కగా అమరిపోవడం కనిపిస్తుంది.

ఈ విడ్డూరాన్ని 1620లోనే బ్రిటిష్ ఫ్రాన్సిస్ బేకన్ గుర్తించాడు.

దక్షిణ అమెరికా, ఆఫ్రికా ఖండాలు ఒకప్పుడు ఓ అవిచ్ఛిన్న భూభాగంలో భాగాలేమో? ఆ అవిచ్ఛిన్న భూమి రెండుగా చీలి, ఆ రెండు ముక్కలూ దూర దూరంగా జరిగిపోయాయేమో?

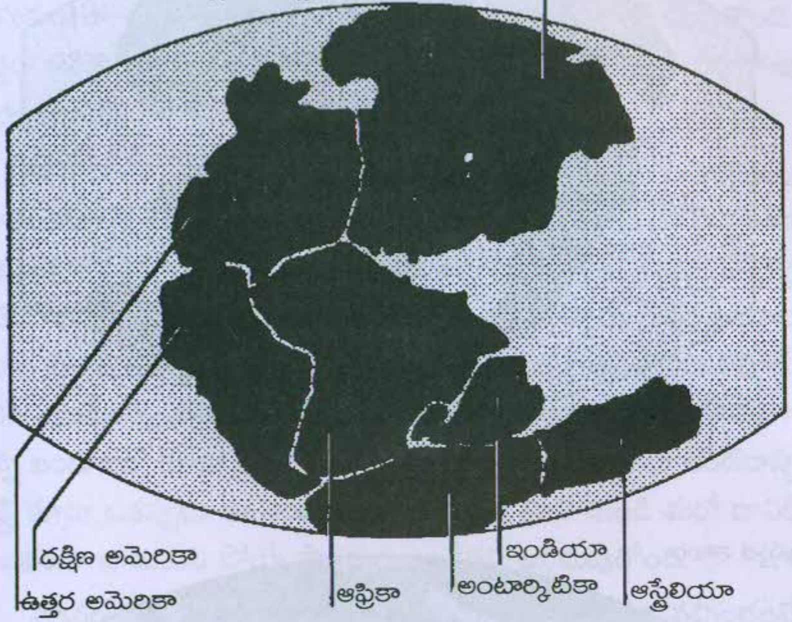
ఆల్ఫ్రెడ్ లోతార్ వెగెనర్ అనే జర్మన్ శాస్త్రవేత్త సరిగ్గా ఇలాగే ఆలోచించాడు. ఎన్నో కోట్ల ఏళ్ల క్రితం ఖండాలన్నీ ఒకే అవిచ్ఛిన మహాఖండంలో భాగాలుగా ఇమిడిపోయి ఉండేవని 1912లో అతడు సూచించాడు. ఆ మహాఖండానికి పాంజియా అని పేరు పెట్టాడు. పాంజియా అంటే సమస్త భూమి అని అర్థం వచ్చే గ్రీకు పదాల కూర్పు.

పాంజియా విడిపోయి ఖండాలన్నీ దూరదూరంగా జరిగిపోయాయని అతడి ఆలోచన.

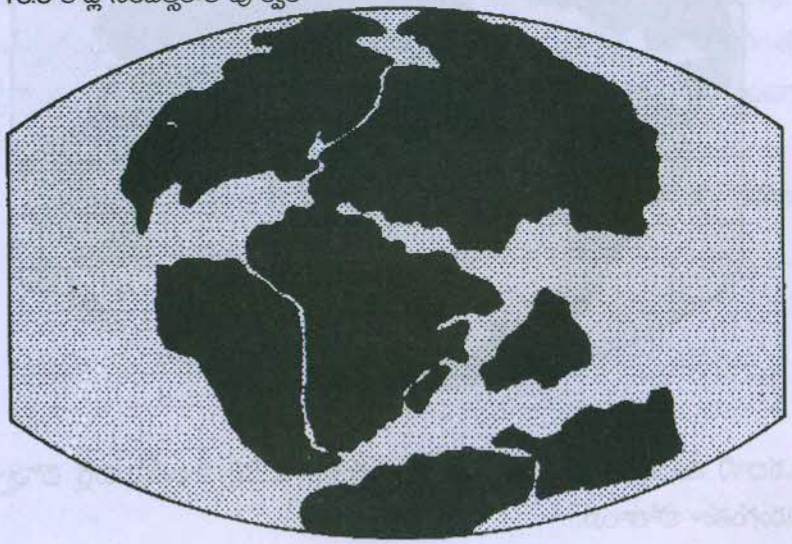
ఖండాలలో అధిక భాగం గ్రానైట్ అనే రాయితో నిర్మించబడి ఉన్నాయని సూచించాడు వెగెనర్. గ్రానైట్ పొర కింద ఇంకా భారమైన బేసాల్ట్ పొర ఉంది. ఖండాలకి, సముద్రాలకి కూడా ఆధారంగా ఈ బేసాల్ట్ పొర ఉంటుంది. బేసాల్ట్ పొరమీద తేలికైన గ్రానైట్ పొర తేలుతుంది. అందుకే ఖండాలు తేలుతూ

ఖండాల కదలికల గురించి వెగెనర్ ఆలోచన

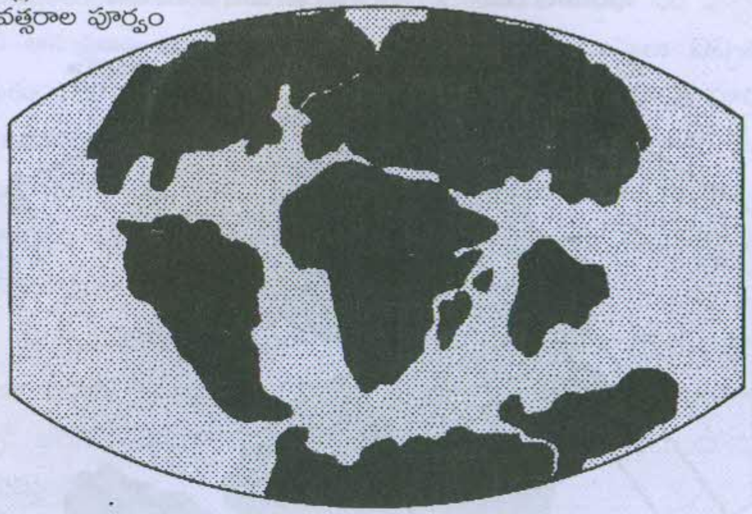
22.5 కోట్ల సంవత్సరాల పూర్వం



13.5 కోట్ల సంవత్సరాల పూర్వం



7 కోట్ల
సంవత్సరాల పూర్వం



ప్రస్తుత కాలం

ఒకదాని నుండి ఒకటి నెమ్మదిగా సంవత్సరానికి 25 సెంటీమీటర్ల చొప్పున జరుగుతూ పోతాయి.

అమెరికా ఖండాలు ఇప్పటికీ పశ్చిమంగా జరుగుతూ ఉండాలని వెగెనర్ ఊహించాడు. పశ్చిమ కొనలో ఉన్న ప్రాంతం అంతా బేసాల్ట్ పొరని తోసుకుంటూ, మడతలు పడుతూ పర్వత శ్రేణుల ఉద్భవానికి కారణమవుతోంది. ఉత్తర అమెరికాలో రాఖీ పర్వతాలు, దక్షిణ అమెరికాలో ఏండీస్ పర్వతాలు అలా పుట్టినవే.

ఆ విధంగా మడతలు పడుతున్న పైపొరలో ఘర్షణపడే రాళ్ల వల్ల భూకంపాలు పుడతాయి. వెగెనర్ ప్రతిపాదించిన ఈ ఖండ గమన సిద్ధాంతం అత్యంత ఆసక్తికరంగా ఉంది. ఈ సిద్ధాంతం సహాయంతో ఇంకా ఎన్నెన్ని విషయాలని వివరించవచ్చో శాస్త్రవేత్తలు తర్వాత కనుక్కున్నారు. వివిధ ఖండాల తీరాల వద్ద దొరికే రాతి జాతులతో పోలికలను బట్టి కూడా ఖండాలు ఒకప్పుడు కలిసి ఉండేవన్న వాదనకి మద్దతు దొరికింది. ప్రస్తుతం ఎంతో దూరంగా ఉన్న ఖండాలలో కూడా ఒకే రకం జంతుజాతులు, వృక్ష జాతులు ఉండడాన్ని బట్టి కూడా ఒకప్పుడు ఈ రెండు ఖండాలలో ఒక దాని నుండి మరో దానికి సులభంగా దాటుకుని పోయే సౌకర్యం ఉండేదని అర్థమవుతోంది.

వెగెనర్ సిద్ధాంతాన్ని ఎవరూ ఒప్పుకోలేదు. సమస్య ఎక్కడ వచ్చిందంటే అడుగున వున్న బేసాల్ట్ పొరల మీద గ్రానైట్ పొరలు పెద్దగా కదలలేవు. సంవత్సరంలో సెంటీమీటర్‌లో ఒక భాగం కూడా కదలలేవు. బేసాల్ట్ ఎంత గట్టిగా ఉంటుందంటే ఖండాలు దాని మీద కిక్కురుమనకుండా కదలకుండా పడి ఉంటాయన్నమాట!

దాంతో ఖండ గమనాన్ని గురించి వెగెనర్ మాట్లాడిన 50 ఏళ్ళ వరకు ఆ భావనను శాస్త్రవేత్తలు పెద్దగా పట్టించుకోలేదు.

5. కదిలే ఫలకాలు

పరిస్థితులు ఇలా ఉండగా సముద్ర గర్భం నుండి ఓ ముఖ్యమైన రహస్యం తెలిసింది.

1900ల వరకు సముద్రం అడుగు ఎలా ఉంటుందో ఎవరికీ తెలీదు. కొన్ని మీటర్లకి మించి నీట్లోకి పోగలిగేవారు కాదు.

సముద్రం లోతు తెలుసుకోవడానికి మొదట్లో కొన్ని ప్రాథమిక పద్ధతులని వాడేవారు. ఓ పొడవాటి గొలుసుకి పెద్ద బరువు కట్టి ఓ ఓడ నుండి దాన్ని నీట్లో పడేసేవారు. సముద్రం నేలను బరువు తాకేదాకా గొలుసును నీట్లోకి వొదిలేవారు. సముద్రం నేలను బరువు తాకినప్పుడు గొలుసు పొడవు బట్టి అక్కడ సముద్రం లోతు తెలుసుకోవచ్చు. ఇలాంటి ప్రయాసాత్మక పద్ధతిలో ప్రపంచంలో అక్కడక్కడా సముద్రాల లోతు కనుక్కున్నారు. ఆ విధంగా 1850లలో అట్లాంటిక్ సముద్రంలో ఎన్నో చోట్ల లోతు కనుక్కున్నారు. ఆ రోజుల్లో మనుషులు ఆ సముద్రం అడుగు వెంబడి టెలిగ్రాఫ్ కేబుళ్లు వేసే ప్రయత్నంలో ఉన్నారు. ఆ కేబుళ్లు వేస్తే యూరప్‌కి, ఉత్తర అమెరికాకి మధ్య సమాచార సంబంధాలు ఏర్పడతాయి.

ఆ విధంగా అట్లాంటిక్ సముద్రం ఒక అంచు నుండి మరో అంచు వరకు లోతు కొలుస్తూ పోతుంటే, చివర్లో కన్నా నడిమధ్యలో లోతు తక్కువగా

ఉన్నట్టు తెలిసింది. అంటే సముద్రం మధ్యలో లోయకి బదులు పీఠం దొరికింది అన్నమాట. ఆ పీఠానికే టెలిగ్రాఫ్ పీఠం అని పేరు పెట్టారు.

ప్రపంచవ్యాప్తంగా మధ్య సముద్ర శ్రేణి

మొదటి ప్రపంచ యుద్ధ సమయంలో పాల్ లాంగెవిన్ అనే ఫ్రెంచ్ శాస్త్రవేత్త నీటిలో ప్రసారం కాగల ఒక విధమైన తరంగాలని సృష్టించే పద్ధతి కనిపెట్టాడు. ఈ తరంగాలు నీట్లో ప్రసారం అయ్యి, అడ్డువచ్చిన ఘనవస్తువులని ఢీకొని పరావర్తనం చెంది వెనక్కి వస్తాయి. అలా అడ్డంకిని తాకి వెనక్కు వచ్చిన ప్రతిధ్వనిని గుర్తించగలిగామంటే, ప్రతిధ్వని తిరిగి రావడానికి పట్టే సమయం బట్టి ఆ వస్తువు ఎంత దూరంలో ఉందో కనుక్కోవచ్చు.

ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించి శత్రువుల జలాంతర్గాములు ఎక్కడున్నాయో గుర్తించ వచ్చని లాంగెవిన్ ఆలోచన. కాని ఆ పరికరం తయారయ్యే లోపలే యుద్ధం ముగిసింది. యుద్ధం తరువాత ఆ పరికరాన్ని (దీనికి సోనార్ అని పేరు) సముద్రం లోతు కొలిచేందుకు వినియోగించారు.

ఈ పరికరం సహాయంతో సముద్రం లోతును ఎన్నోచోట్ల సునాయాసంగా కొలవడానికి వీలయ్యింది.

1922లో మీటియార్ అనే ఓ జర్మన్ ఓడ అట్లాంటిక్ సముద్రం లోతు కొలిచేందుకు బయలుదేరింది.

అట్లాంటిక్ నడిమధ్యలో ఉన్న ఎత్తైన ప్రాంతం పీఠభూమి కాదని, అందులో బాగా మిట్టపల్లాలు ఉన్నాయని శాస్త్రవేత్తలు కనుగొన్నారు. 1925 కల్లా అంతవరకు పీఠభూమి అనుకుంటున్నది నిజానికి ఓ అతిదీర్ఘమైన పర్వత శ్రేణి అని, అది మధ్య అట్లాంటిక్ ప్రాంతం అంతా నిలువునా ఆర్కిటిక్ నుండీ అంటార్కిటిక్ వరకు విస్తరించి ఉందని కనుక్కున్నారు.

కాలక్రమంగా ఆ పర్వత శ్రేణి కేవలం అట్లాంటిక్‌కే పరిమితం కాదని కూడా తెలిసింది. ఆ పర్వత శ్రేణి దక్షిణ ఆఫ్రికా కొమ్ము నుండి ఇండియన్ సముద్రం వరకు కూడా విస్తరించి ఉంది. అది ఇంకా ముందుకి సాగి పసిఫిక్ సముద్రంలోకి కూడా ప్రవేశిస్తుంది. దీనికి మధ్య సముద్ర శ్రేణి అని పేరు పెట్టారు.

సముద్రం లోతును కొలిచే పద్ధతులు ఇంకా ఇంకా మెరుగు అవుతూ వచ్చాయి. 1950లలో విలియం మారిస్ ఎవింగ్ ఆధ్వర్యంలో ఓ అమెరికన్ శాస్త్రవేత్తల బృందం సవివరంగా కొలతలు తీసుకుంది.

మధ్య సముద్ర శ్రేణి వెంబడి ఓ లోతైన అగాధం విస్తరించి ఉందని 1953లో ఎవింగ్ చాటాడు. దానికే గ్రేట్ గ్లోబల్ రిఫ్ట్ అని పేరు వచ్చింది.

భూమి క్రస్ట్‌ని ఎన్నో చిన్న చిన్న ముక్కలుగా, అంటే ఫలకాలుగా ఈ అగాధం విభజిస్తోంది. ఈ ఫలకాలలో కొన్ని చాలా పెద్దవి.

ఆ అగాధంలో ఒక భాగం పసిఫిక్ సముద్రం అంచు వెంట పరుగెడుతుంది. పసిఫిక్ సముద్రానికి పశ్చిమాన తూర్పు ఆసియాలో ఉన్న ద్వీపమాలికను అనుసరిస్తుంది. తూర్పున అది వాయవ్య అమెరికా అంచు వెంట పరిగెడుతుంది. నిజానికి అది కాలిఫోర్నియాకి పశ్చిమ అంచుని కోసుకుంటూ పోతుంది. సాన్ ఆంద్రియాస్ దోషరేఖ పసిఫిక్ చుట్టూ ఉన్న ఆగాధంలో ఒక భాగమే.

ఆ విధంగా అధిక భాగం పసిఫిక్ సముద్రం కింద ఉన్నదే పసిఫిక్ ఫలకం. ఉత్తర అమెరికన్ ఫలకానికి దక్షిణంగా ఉన్నదే దక్షిణ అమెరికన్ ఫలకం. ఇది అట్లాంటిక్ సముద్రం మధ్య వరకు విస్తరించి ఉంటుంది.

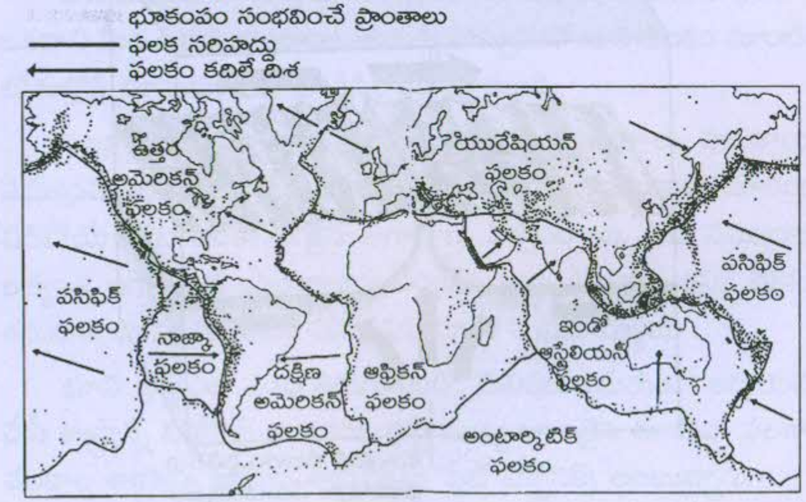
అట్లాంటిక్ సముద్రం మధ్యలో అగాధానికి అవతలి పక్క ఉన్నది ఉత్తరానికి యురేసియన్ ఫలకం, దక్షిణాన ఆఫ్రికన్ ఫలకం. ఈ రెంటినీ వేరు చేసే అగాధం మధ్యధరా సముద్రం లోంచి పోతూ ఆపై అరేబియన్ గల్ఫ్‌లోకి విస్తరిస్తుంది. ఆఫ్రికన్ ఫలకానికి తూర్పున ఉన్నది ఆస్ట్రేలియన్ ఫలకం. దక్షిణాన ఉన్నది అంటార్కిటిక్ ఫలకం.

ఈ ఎనిమిది పెద్ద ఫలకాలు మినహాయిస్తే ఇంకా చిన్న చిన్న ఫలకాలు కొన్ని ఉన్నాయి. దక్షిణ అమెరికాకి కాస్త పశ్చిమంగా ఉన్న నజ్కా ఫలకం ఒక ఉదాహరణ.

సీస్మోగ్రాఫుల సహాయంతో నేడు ప్రపంచంలో పుట్టిన ప్రతీ భూకంపాన్నీ గుర్తించడానికి వీలవుతోంది. ఇంచుమించు ప్రతీ భూకంపం ఫలకాల మధ్య అగాధాల వద్ద నుండే వస్తున్నట్టు కనిపిస్తోంది. ఫలకాలు ఒకదాన్ని ఒకటి రుద్దుకుంటూ, కదలడం వల్ల భూకంపాలు వస్తున్నట్టు కనిపిస్తోంది.

కాని అసలు ఫలకాలు ఎందుకు కదులుతున్నాయి?

1962లో హారీ హామండ్ హెస్ అనే అమెరికన్ శాస్త్రవేత్త ఓ సూచన చేశాడు. అట్లాంటిక్ సముద్రంలో గ్రేట్ గ్లోబల్ రిఫ్ట్ వద్ద మాంటిల్‌లో ఉన్న పదార్థం, సముద్రపు నేల వద్దకు పైకి తన్నుకు వస్తోంది అన్నాడు.



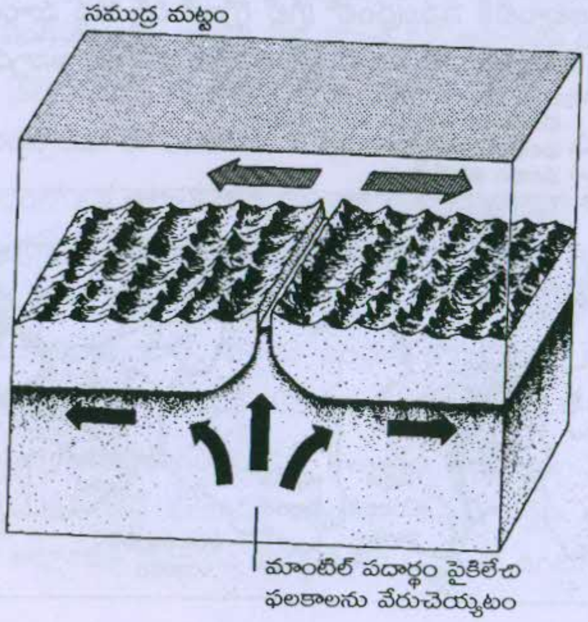
ఈ పదార్థమే అట్లాంటిక్ సముద్రం మధ్యలో ఉండే మహత్తర పర్వత శ్రేణిగా రూపొందింది. ఈ పదార్థం పైకి తన్నుకు వస్తున్న కొద్దీ అది సముద్రపు నేల మీద ఇంకా ఇంకా వ్యాపిస్తుంది. దీనివల్ల ఉత్తర అమెరికన్ ఫలకం, యూరేపియన్ ఫలకాల మధ్య దూరం పెరుగుతూ వస్తుంది.

వెగెనర్ చెప్పినట్టే ఉత్తర అమెరికాకి, యూరప్‌కి మధ్య దూరం పెరుగుతోంది. కాని దానికి కారణం ఖండాలు తేలడం కాదు. వెగెనర్ చేసిన పొరపాటు అదే.

ఖండాలు ఫలకాలలో స్థిరంగా నెలకొని ఉన్నాయి. కాని ఫలకాలు దూరమవుతున్నాయి.

సముద్రపు నేల వ్యాపిస్తోంది అన్న భావన సరైనదని తేలింది. అట్లాంటిక్ సముద్రానికి అడుగున ఉన్న నేల ఖండాల కన్నా యవ్వనమైనదని శాస్త్రవేత్తలు కనుక్కున్నారు. మధ్యభాగానికి దగ్గరవుతున్న కొద్దీ వయసు తక్కువ అవుతూ వస్తుంది.

మాంటిల్ కదలిక



అంటే కోట్ల సంవత్సరాల క్రితం నిజంగానే పాంజియా ఉందన్నమాట. అందులో వివిధ భాగాలు వివిధ ఫలకాల మీద నిలిచి ఉన్నాయి. ఫలకాల మధ్య పొడవాటి దోషరేఖలు ఉన్నాయి.

మాంటిల్ నుండి పైకి వస్తున్న పదార్థం ఆ దోష రేఖలకి ఇరుపక్కల క్రమంగా వ్యాపిస్తూ పాంజియాలోని విడిభాగాల మధ్య దూరాన్ని పెంచుతూ వచ్చింది. అలా ఏర్పడ్డ దూరంలో సముద్రాలు ప్రవేశించాయి.

కొన్ని కోట్ల సంవత్సరాలు గడిస్తే ఫలకాలాన్నీ మళ్లీ కలిసి మరో నవ్య పాంజియా ఏర్పడుతుందేమో? అది మళ్లీ విడివడి మరి కొన్ని కోట్ల సంవత్సరాల తరువాత మరో పాంజియా పుడుతూ అలా భూమి మీద పునఃపునః సృష్టి జరుగుతూ ఉంటుందేమో? ఈ ఫలకాలు అన్నీ కలిసి సమస్త భూమినీ కప్పి ఉంచుతున్నాయి. అంటే ఫలకాల మధ్య దూరం కొన్నిచోట్ల పెరుగుతుంటే, మరి కొన్ని చోట్ల తగ్గుతూ ఉంటుందన్నమాట. రెండు ఫలకాలు నెమ్మదిగా ఒకదానికొకటి దగ్గర అయితే వాటి మధ్య పర్వతాలు ఏర్పడతాయి.

ఆ విధంగా అట్లాంటిక్ సముద్రం యొక్క వెడల్పు పెరుగుతోంది కాబట్టి ఉత్తర అమెరికన్ ఫలకం పసిఫిక్ మీద ఒత్తిడి చేస్తోంది. ఈ ఒత్తిడి కారణంగానే ఉత్తర అమెరికా పశ్చిమ తీరం వెంట పర్వతాలు ఉద్భవించాయి.

కాని ఆ ఫలకాలు కాస్త వేగంగా ఒకదానికొకటి దగ్గర అయితే ఫలకాలు ఒకదాని మీద ఒకటి జారతాయి. అడుక్కి చొచ్చుకుపోయిన ఫలకం మాంటిల్ లోతుల్లోకి దూసుకుపోయి ఆ వేడికి కరిగిపోతుంది.

ఫలకాలు గట్టిగా అదుముకునే చోట్ల అగ్నిపర్వతాలు పుడతాయి. సముద్రమట్టం పైకి కొత్త ద్వీపాలు తన్నుకు వస్తాయి. ఫలకాలు దూరంగా విడిపోయే చోట ఇంకా లోతైన అగాధాలు ఏర్పడతాయి. ఇవే సముద్రాల్లో అత్యంత అగాధమైన ప్రాంతాలుగా పరిణమిస్తాయి. ఫలకాల ఉనికి తెలిసిన తరువాత భూమి గురించిన ఎన్నో విషయాలు స్పష్టమయ్యాయి.

భూమి క్రస్ట్ ఎలా వంపు తిరుగుతుందో, మెలికలు పడుతుందో అధ్యయనం చేసే శాస్త్రాన్నే టెక్టోనిక్స్ అంటారు. క్రస్ట్ ముఖ్య భాగాలైన ఈ మహా ఫలకాల చలనాల శాస్త్రాన్ని ఇప్పుడు శాస్త్రవేత్తలు ప్లేట్ టెక్టోనిక్స్ అంటున్నారు.

ఈ ప్లేట్ టెక్టోనిక్స్ వల్లనే భూకంపాలు ఎందుకు వస్తాయో చివరికి తెలిసింది. భూమి మాంటిల్‌లో నెమ్మదిగా కదిలే ద్రవ్య ప్రవాహాలు ఉంటాయని శాస్త్రవేత్తలు నమ్ముతున్నారు. ఈ ప్రవాహాలకి ప్రోద్బలం భూమి పరిభ్రమణం నుండి వస్తూంటుంది. ఈ ప్రవాహాలు కొన్నిచోట్ల ఫలకాలని దూరం చేస్తుంటే కొన్నిచోట్ల దగ్గరిగా అదుముతుంటాయి.

ఫలకాలు దూరం అయ్యే చోట మాంటిల్‌లో నుండి పదార్థం మడతలు పడి కిందికి దిగినా అలాంటి చోట్ల రాయికి మధ్య ఒరిపిడి కలిగి భూకంపాలు పుడతాయి. అయితే అనుక్షణం భూకంపాలు సంభవిస్తూ ఉంటాయని కాదు. ఫలకాలు దూరం అవుతున్నా, అదుముకుంటున్నా ఒక ఫలకంలో ఉన్న రాయిలో ఒక భాగం పక్కకో, పైకో, కిందకో అవతలి ఫలకానికి చెందిన రాయి మీద ఒత్తిడి చేసేట్టుగా నొక్కబడుతుంది.

కాని ఆ విధంగా రాయి మీద ఒత్తిడి పెరుగుతూ పోతుంటే ఏదో దశలో దాని పట్టు సడలుతుంది. రాయిలో ఒక భాగం అవతలి పక్క ఉన్న రాయిమీద పట్టు తప్పి జారుతుంది. మళ్లీ పట్టు దొరికి ఆగుతుంది, మళ్లీ జారుతుంది, మళ్లీ పట్టుకుంటుంది... జారిన ప్రతీసారి భూకంపం వస్తుందన్నమాట. జారిన సంఘటనల మధ్య వ్యవధి ఎంత ఎక్కువ అయితే నడుమ కాలంలో వొత్తిడి అంతగా పెరిగిపోయి, ఈ సారి పట్టు జారినప్పుడు పెద్ద కదలిక సంభవించి పెద్ద భూకంపం వచ్చే అవకాశం ఉంటుంది.

6. మనం ఏం చెయ్యగలం?

1970ల మధ్యలో కోకొల్లలుగా భూకంపాలు వచ్చాయి. 1976 జులై 27న చైనాలో వచ్చిన భూకంపం ఆ దేశపు రాజధాని అయిన పెకింగ్ దక్షిణాన అధిక భాగాన్ని ధ్వంసం చేసింది. అందులో 6,50,000 మంది ప్రజలు ప్రాణాలు కోల్పోయారు. గత 400 ఏళ్లలో అదే అత్యంత దారుణమైన భూకంపం. అలాగే గౌతమాలా, మెక్సికో, ఇటలీ, ఫిలిపీన్స్, రొమానియా, టర్కీ దేశాల్లో కూడా ఘోరమైన భూకంపాలు వచ్చాయి.

పరిస్థితులు ఇంకా విషమిస్తున్నాయా? భూమిని తల్లడిల్ల చేసేట్టుగా మనుషులు ఏమైనా చేస్తున్నారా?

బహుశా లేదేమో. ఒకప్పటి కన్నా ఇప్పుడు మరింత భయంకరంగా ఉంది అనడానికి లేదు. ఒకప్పటి కన్నా ఇప్పుడు మరింత వాటి గురించి పట్టించుకుంటున్నాం అంతే.

ఇరవయ్యో శతాబ్దంలో మనకి రేడియో, టీవీ వచ్చాయి. ఎక్కడ ఏ ఉపద్రవం జరిగినా క్షణాల్లో అందరికి తెలిసిపోతుంది. 1900లో ఆసియాలో ఎక్కడో ఓ భూకంపం వస్తే యూరప్‌లో, అమెరికాలో ఆ వార్త ఎవరికీ తెలియకపోవచ్చు. కాని ఇప్పుడు ప్రపంచ వ్యాప్తంగా ఉన్న సీస్మోగ్రాఫుల జాలం (నెట్వర్క్) ద్వారా ఏ చిన్న భూకంపం వచ్చినా అది ఎక్కడ వచ్చిందో, ఎంత

పెద్దదో క్షణాల్లో తెలిసిపోతుంది. పత్రికా విలేఖరులు, టీవీ కెమేరాలు ఆ వార్తని లోకమంతా ప్రసారం చేస్తాయి.

సమాచారం అందుబాటులో ఉండడం వల్ల మన చుట్టూ ప్రపంచం మీద మన ఆసక్తి పెరిగింది. 1900లో అమెరికన్లు, యూరోపియన్లు ఎక్కడో భూమికి అవతల భూకంపం వచ్చినట్టు తెలిసినా దాని గురించి పెద్దగా పట్టించుకునేవారు కారు. కాని లోకం కుంచించుకుపోతున్న ఈ రోజుల్లో దూరాలు నిజంగా అంత దూరంగా తోచడం లేదు. భూకంపం ఎంత దూరంలో వచ్చినా దాని మీదకి మన దృష్టి మళ్లుతుంది.

1900లో ఉన్నదాని కన్నా ఇప్పుడు భూమి మీద జనాభా 3 రెట్లు పెరిగింది. ఎన్నో పెద్ద నగరాలలో జనాభా 30 రెట్లు కన్నా ఎక్కువే పెరిగింది. ఉదాహరణకి 1900లో లాస్ ఏంజిలిస్ నగరంలో 1,00,000మంది మాత్రమే ఉండేవారు. ఇప్పుడు ఆ నగరపు జనాభా 30,00,000కి పెరిగింది.

అలాగే భవనాలు కూడా మునుపటి కన్నా విస్తారమైనవిగా, ఖరీదైనవిగా పరిణమించాయి. వాటి సంఖ్య కూడా పెరిగింది. ఈ రోజుల్లో ఎన్ని డ్యాములు, కర్మాగారాలు, విమానాశ్రయాలు, చమురు గొట్టాలు ఉన్నాయో ఒక్కసారిగా ఆలోచించండి! పందొమ్మిదవ శతాబ్దపు మొదట్లో లేని ఎన్నో కొత్త కొత్త విషయాలు నేటి మన జీవితంలో ప్రవేశించాయి.

అంటే నేడు ఒక భూకంపం ఒక ప్రదేశంలో చేయగల విధ్వంసం, జననష్టం, 1900లో అదే ప్రదేశంలో అంతే తీవ్రత గల భూకంపం చేయగల హాని కన్నా చాలా ఎక్కువ.

కాబట్టి భూకంపాలు మునుపటి కన్నా విధ్వంస కారకం అయ్యాయి అంటే దానికి కారణం భూమి మునుపటి కన్నా ఎక్కువగా కంపిస్తోందని కాదు.

భూకంపాల వల్ల వచ్చే ప్రమాదాన్ని తగ్గించడానికి మనం ఏం చెయ్యగలం?

భూకంపాలు వచ్చే అవకాశం ఎక్కువగా ఉన్న ప్రదేశాల నుండి దూరంగా ఉండాలి. కాని కొన్ని కొన్ని ప్రదేశాలు భూకంపాలు వచ్చేవే అయినా వాటిలో

ఇతర ఆకర్షణలు ఏవో వుండడం చేత మనుషులు వాటిని వదిలి జీవించడానికి ఇష్టపడరు.

భూకంపాలు వచ్చే చోట జీవించడం తప్పనిసరి అయితే అక్కడి కట్టడాలు భూకంపం తాకిడికి ఊగిసలాడినా, కుప్పకూలిపోకుండా ఉండేట్టుగా ఉండాలి (భవంతులు కూలిపోవడం వల్లనే అధికభాగం జననష్టం కలుగుతుంది). అలాంటి భవంతుల నిర్మాణం సాధ్యమే అయినా అవి చాలా ఖరీదైనవి.

భూకంపం వస్తోందని ముందుగా చెప్పగలిగితే కనీసం జనం తమ ఇళ్లలోంచి బయటికి రావడానికి గాని, లేదా ఆ ప్రదేశాన్ని పూర్తిగా విడిచిపెట్టి పోవడానికి గాని అవకాశం ఉంటుంది. వస్తు నష్టం కలిగినా కనీసం ప్రాణ నష్టం కలగకుండా ఉంటుంది.

కాని భూకంపాల రాకని అంచనా వేయడం ఎలా?

భూకంపం వచ్చే ముందు కొన్ని చిహ్నాలు కనిపిస్తాయని గమనించారు. అలాంటి మార్పులలో దోషరేఖ వెంట భూమి ఉబ్బెత్తుగా పైకి రావడం ఒకటి.

అలాగే ముందు చిన్న చిన్న కంపనాలు వస్తాయి. రాళ్లు కొద్దిగా దూరంగా జరిగి నీరు లోపలికి ఇంకుతుంది. లేదా ముందే నేలలో బంధించబడ్డ నీరు పైకి ఊరవచ్చు.

అంటే బావులలో నీటి మట్టంలో మార్పులు రావచ్చు. లేదా మట్టి నీరు కలవడం వల్ల మట్టి బురదగా మారొచ్చు.

అలాగే రాళ్లలో నిర్బంధించబడ్డ కొన్ని వాయువులు పైకి తన్నుకు రావచ్చు. భూమిలో విద్యుత్తరంగాలకి ప్రవేశాన్నిచ్చే తత్వంలో కొద్దిగా మార్పులు రావచ్చు. రాళ్లలో సహజ అయస్కాంతతలో మార్పులు కనిపించొచ్చు.

ఈ మార్పులలో ఏవీ కూడా భూకంపం నిశ్చయంగా వస్తుందనడానికి సూచనలు కావు. పోనీ వచ్చినా కూడా దాని తీవ్రత ఎంత ఉంటుందో, దాని అధికేంద్రం ఎక్కడ వస్తుందో చెప్పలేకపోవచ్చు. భూకంపాల గురించి మన అవగాహన పెరుగుతున్న కొద్దీ, దాన్ని గుర్తించగల పరికరాల సున్నితత్వం పెరుగుతున్న కొద్దీ వాటి రాకని ముందుగా చెప్పగల సామర్థ్యం పెరుగుతూ వస్తోంది.

నిజానికి మనకి పరికరాలు కూడా అక్కర్లేదేమో. భూకంపం వచ్చే ముందు జంతువులు అసహనంగా మసలుతాయని అంటారు. గుర్రాలు ఉన్నట్లుండి సకిలించి, కాళ్లు పైకి లేపి దౌడు తీస్తాయట. కుక్కలు మొరుగుతాయట. చేపలు ఎగిరెగిరి పడతాయట. మామూలుగా పుట్టల్లోను, కలుగుల్లోను దాక్కునే పాములు, ఎలుకలు వంటి జంతువులు బయటికి ఉరుకుతాయట. చింపాంజీలు చెట్లు దిగి నేల మీదే సంచరిస్తుంటాయట.

దీనికి కారణం మనుషుల కన్నా జంతువులకి పదునైన ఇంద్రియాలు ఉండటమే కావచ్చు. అవి ప్రకృతికి చాలా సన్నిహితంగా జీవిస్తాయి కాబట్టి ప్రకృతి గురించి వాటికి సన్నిహితమైన జ్ఞానం అబ్బుతుందేమో. భూమిలో అతి సూక్ష్మమైన కంపనాలని కూడా అవి పసిగట్టగలుగుతాయి.

యూరప్‌లో కన్నా మరింత విధ్వంసాత్మకమైన భూకంపాలు వచ్చే చైనాలో జనాభా కూడా చాలా ఎక్కువ కాబట్టి, మనుషులు తమ చుట్టూ జరిగే మార్పులని సున్నితంగా పరిశీలించడం అలవర్చుకున్నారు. జంతువుల ప్రవృత్తిలో ఏ చిన్న మార్పు కనిపించినా, భూమిలో ఏ విచిత్రమైన శబ్దాలు వినిపించినా, బావుల్లో నీటిమట్టంలో ఏ చిన్న తేడా వచ్చినా ఆ విషయాన్ని ప్రజలు నిపుణులకి తెలుపుతారు.

అయితే ఈ మార్పులు భూకంపం రాకను సూచిస్తున్నాయా లేక ఇతర కారణాల వల్ల అవి జరుగుతాయా అన్నది చెప్పడం కష్టం.

గుర్రం ఉన్నట్టుండి దౌడు తీయడానికి కారణం ఏ పురుగో కుట్టడం కావచ్చు. నేలలో చప్పుడు వినిపించడానికి కారణం ఏ కొండ నుండి దొర్లిన బండరాయో కావచ్చు. ఇదిలా ఉండగా ఏ హెచ్చరికా లేకుండా హఠాత్తుగా వచ్చే భూకంపాలూ ఉన్నాయి.

అయితే భూకంపాలను ముందే గుర్తించడంలో కొంత విజయాన్ని సాధించినట్టు చైనా నిపుణులు అంటున్నారు. ఈశాన్య చైనాలో 1975 ఫిబ్రవరి 4న 7.3 రిక్టర్ స్కేల్ వద్ద ఓ భూకంపం వచ్చింది. దాన్ని ముందే కనిపెట్టారు. జనం ఆ స్థలాన్ని ఖాళీ చేసి వెళ్లిపోయారు. ఎంతో మంది బతికారు. కాని

1976లో జులై27న ఇంకా పెద్ద భూకంపం వచ్చినా దాన్ని ముందుగా గుర్తించలేకపోయారు. ఒక పట్టణం మొత్తం తుడిచిపెట్టుకుపోయింది.

భూకంపం విషయంలో అదృష్టం మీద ఆధారపడడం మంచిది కాదు. భూకంపం వచ్చే సూచనలు కనిపించగానే జనం ఆ ప్రాంతాన్ని ఖాళీ చేసి వెళ్ళిపోవాలి. ఏమీ జరక్కపోతే నిశ్చింతగా తిరిగి రావచ్చు.

కాని ఇళ్లని వొదిలిపెట్టి పోవడంలో కొన్ని సమస్యలు ఉన్నాయి. భూకంపం వస్తుంది కదా అని తమ ఇళ్లు వొదిలి పెట్టి పోవడానికి జనం ఇష్టపడరు. వ్యాపారం దెబ్బ తినవచ్చు. మరో ప్రమాదం ఏంటంటే చాలామంది ఖాళీచేసి పోయిన నిర్జన ప్రదేశంలో కొంతమంది మాత్రం మిగిలిన దాన్ని కొల్లగొట్టుకుపోవచ్చు. అంతేకాక ఓ పెద్ద నగరాన్ని ఖాళీ చేయించడం అంటే ఓ చిన్న భూకంపం వచ్చినంత గందరగోళం అవుతుంది.

భూకంపం వస్తుందన్న వార్తకి స్పందించి, ఊరు ఖాళీ చేసి ఓ రెండుసార్లు వెళ్ళిపోయి, బోలెడంత ఇబ్బంది పడి, డబ్బు పోగొట్టుకుని అవస్థపడ్డ జనం, అది వట్టి వార్తేనని తెలిసిందంటే ఇక భవిష్యత్తులో అలాంటి హెచ్చరికలు వినడం మానేస్తారు. అలాంటప్పుడు నిజంగానే భూకంపం రావచ్చు!

అంటే మన భూకంప నిర్ణయ విధానాలని ఇంకా మెరుగుపరుచుకోవాలి. ఫలానా తీవ్రత గల భూకంపం, ఫలానా చోట, ఫలానా సమయంలో వస్తుందని ఖచ్చితంగా చెప్పగలిగితే నిపుణులు చేసే హెచ్చరికలను ప్రజలు తప్పకుండా వింటారు.

భూకంపాలని నివారించడం వీలవుతుందా?

భూమిలో ఫలకాలని కదలకుండా నిలపడం మనుషుల తరం కాదు. ఘనపాషాణాలు ఒకదాన్నొకటి రుద్దుకోకుండా నివారించడమూ సాధ్యం కాదు.

కాని రాళ్ల కదలికలు మరింత సులభతరం చేయడం సాధ్యమేమో. దోషరేఖ వెంబడి రాళ్ల మధ్య ఒత్తిడి పెరిగిపోతూ ఉంటే రాళ్లు ఒకదాని మీద ఒకటి కాస్త జారి, మళ్ళీ అతుక్కుని, మళ్లీ జారి, మళ్లీ అతుక్కుని ఇలా పదే పదే జరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ ప్రక్రియ వల్ల ఏటా ఎన్నో చిన్న చిన్న భూకంపాలు

వస్తుంటాయి. ఓ యాభై ఏళ్ల కాలంలో అలాంటి వందలాది భూకంపాల వల్ల కిటికీ రెక్కలు టపటపలాడడం, మనుషులు గుండెలు దడదడలాడడం తప్ప పెద్ద అపాయమేమీ జరక్కపోవచ్చు.

అలా కాకుండా రాళ్లు ఒక దాని మీద ఒకటి జారి, మళ్లీ అతుక్కుని, ఇంకా అతుక్కుని, ఇంకా ఇంకా అతుక్కుని, అలా ఓ యాభై ఏళ్లపాటు ఒత్తిడి పెరుగుతున్నా కూడా అతుక్కునే ఉండిపోవచ్చు. అలా వత్తిడి పెరుగుతూ ఒక దశలో యాభై ఏళ్లలో జారాల్సినంత దూరాన్ని రాళ్లు కొద్ది నిముషాల్లో జారితే ఫలితం ఓ పెను భూకంపమే అవుతుంది.

కాబట్టి రాళ్లు అడపాదడపా సులభంగా జారగలిగే అవకాశం కల్పిస్తే మంచిదేమో. దాని వల్ల చిన్న చిన్న భూకంపాలు వస్తే వచ్చాయి, పెను భూకంపం నివారించబడుతుంది.

దోషరేఖ వెంబడి బావులు తవ్వి వాటిలోకి అధికపీడనం వద్ద నీరు పంపిస్తే? రాళ్ల మధ్య ఆ నీరు దూరి అవి మరింత తేలికగా జారగలిగే వీలు కల్పిస్తుందేమో. దాని వల్ల చిన్న చిన్న కదలికలు సంభవిస్తాయేమో గాని పెద్ద భూకంపం రాదు.

మరి ఈ పద్ధతి నిజంగా పని చేస్తుందా? ఏమో, ఎవరికి తెలుసు?

ఈ పద్ధతి నిజంగా పనిచేస్తే, ఏదోవిధంగా రాళ్లు సులభంగా ఒకదాని మీద ఒకటి జారగలిగే ఏర్పాటు చేయగలిగితే భవిష్యత్తులో ఇక భూకంపాల భయం లేకుండా మానవజాతి సుఖంగా బతుకుతుంది.

ఐజాక్ అసిమోవ్

రాసిన

'ఎలా తెలుసుకున్నాం'

32 పుస్తకాలు చదవండి !!

ISBN 978-81-906128-2-1